

LES HIBISCUS TEXTILES EN AFRIQUE TROPICALE

2ème partie : production de la fibre textile du kénaf et de la roselle

J. BOULANGER

Coton et fibres tropicales

périodique publié par

L'INSTITUT DE RECHERCHES DU COTON
ET DES TEXTILES EXOTIQUES (IRCT)

Département du Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)

B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex (France) - Tél. 67.61.58.00

COMITÉ DE LECTURE

Directeur : J.C. FOLLIN

Membres de droit :

M. BRAUD, Directeur du Département IRCT.
B. HAU, Chef de la Division d'Amélioration des plantes.
M. CRÉTENET, Chef de la Division d'Agronomie.
J. CAUQUIL, Chef de la Division Phytosanitaire.
S. GOEBEL, Chef de la Division de Technologie.

Membres :

J. GOUTHIERE : Fibres longues
M. COGNÉE : Physiologie végétale
R. COUILLOUD : Défense des cultures
M. DÉAT : Malherbologie
A. JOLY : Informatique et Biométrie.
G. RAYMOND : Agroéconomie.
J. SCHWENDIMAN : Amélioration des plantes.

SERVICE PUBLICATION

M. BERGER : Chef du Service.

LES HIBISCUS TEXTILES EN AFRIQUE TROPICALE

Deuxième partie :

PRODUCTION DE LA FIBRE TEXTILE DU KENAF ET DE LA ROSELLE

par

J. BOULANGER

Phytogénéticien, Directeur de 1975 à 1988 de la Division des Fibres Longues
de l'Institut de Recherches du Coton et des Textiles Exotiques (I.R.C.T.-C.I.R.A.D.)

SOMMAIRE

INTRODUCTION	84
VII. PRODUCTION DES TIGES : MISE EN PLACE DE LA CULTURE.....	85
7.1. Rotations - Assolements	85
7.2. Préparation du sol.....	86
7.3. Semis.....	87
7.3.1. Date de semis	
7.3.2. Mode de semis	
7.3.3. Densité de semis	
VIII. PRODUCTION DES TIGES : CONDUITE DE LA CULTURE.....	95
8.1. Fertilisation	95
8.1.1. Exigences de la plante	
8.1.2. Nature et importance des déficiences et des toxicités	
8.1.3. Eléments minéraux à apporter	
8.1.4. Mode d'application	
8.2. Entretien.....	106
8.2.1. Désherbage manuel	
8.2.2. Désherbage chimique	
8.3. Défense des cultures.....	109
8.3.1. Maladies	
8.3.2. Ravageurs	
8.4. Rendement et croissance	110
8.4.1. Influence des variétés	
8.4.2. Influence de la zone de culture	
8.4.3. Influence du nombre de plantes à l'hectare	
8.4.4. Prédiction des rendements en fibres sèches	
8.4.5. Influence du diamètre de la tige	
IX. PRODUCTION DES TIGES : RECOLTE.....	115
9.1. Epoque de la coupe	115
9.2. Coupe des tiges	116
9.3. Conditionnement des tiges.....	117
9.4. Obtention des lanières	119
9.4.1. Ecorçage manuel	
9.4.2. Ecorçage semi-mécanisé	
9.4.3. Ecorçage mécanisé	
9.5. Conditionnement des lanières	129
X. PREPARATION DE LA FIBRE APTE A LA FILATURE : ROUISSAGE.....	133
10.1. Processus du rouissage.....	133
10.1.1. Phases du rouissage	
10.1.2. Etat et forme de la matière à rouir	
10.1.3. Qualités du milieu de rouissage	
10.2. Création des routoirs.....	136
10.2.1. Routoirs artisanaux	
10.2.2. Routoirs industriels	

10.3. Pratique du rouissage	139
10.3.1. Production rurale	
10.3.2. Production industrielle	
10.4. Extraction chimique	145
10.5. Classement de la filasse.....	146
XI. PRODUCTION DES GRAINES.....	149
11.1. Latitude et variétés d'hibiscus textiles.....	149
11.2. Date de semis	149
11.3. Densité de semis.....	151
11.4. Conduite de la culture.....	152
11.4.1. Fertilisation	
11.4.2. Entretien	
11.4.3. Défense	
11.5. Récolte.....	154
11.5.1. Pratique de la récolte	
11.5.2. Conservation	
11.6. Multiplication	156
XII. MODES DE PRODUCTION DES FIBRES ET GRAINES	159
12.1. Production villageoise de la fibre.....	160
12.2. Production collective de la fibre	161
12.3. Production mécanisée de la fibre	162
12.4. Production de graines.....	163
XIII. CONCLUSION	165
XIV. BIBLIOGRAPHIE.....	167

INTRODUCTION

Dans la première partie de l'étude sur "Les Hibiscus Textiles en Afrique Tropicale", consacrée aux conditions particulières de la production du kénaf (*Hibiscus cannabinus* L.) et de la roselle (*H. sabdariffa* L. var. *altissima* WESTER : anatomie, cycle de développement, sensibilités aux parasites et variétés), BOULANGER, FOLLIN et BOURELY (37) constatent que, partout où les conditions climatiques sont favorables à la croissance des hibiscus, la variabilité de la réaction à la photopériode des deux espèces textiles offre aux agriculteurs la possibilité de choisir, pour chaque latitude, une variété adaptée de kénaf ou de roselle.

La coïncidence des périodes du début de la floraison et de l'installation de la saison sèche ou de l'apparition de faibles températures permet d'obtenir le meilleur rendement en tiges destinées à l'extraction de la fibre textile. Pour les variétés retenues, la production locale de graines est très faible dans les régions voisines de l'Equateur et pratiquement inexistante en bordure de la Méditerranée. La quasi totalité de la production de fibre textile est fournie par la culture paysanne de forme manuelle, sur des petites parcelles familiales ; la réalisation de complexes agronomiques sur plusieurs milliers d'hectares à proximité d'une usine de sacherie rencontrant de nombreux problèmes humains et mécaniques.

La deuxième partie de l'étude sur "Les Hibiscus Textiles en Afrique Tropicale", qui rassemble les connaissances relatives aux pratiques culturelles de la production des tiges et des graines, aux modes d'extraction de la fibre et au choix du système de culture, est dédiée à BUI-XUAN-NHUAN, directeur de 1946 à 1976 du Centre de Technologie et de Chimie de l'I.R.C.T.

Les recommandations découlent de l'interprétation des résultats de l'expérimentation conduite par l'I.R.C.T. dans le cadre des accords de coopération conclus avec les Etats de l'Afrique de l'Ouest et de l'Afrique Equatoriale. A part la numérotation des références bibliographiques qui est indépendante de celle de la première partie, la numérotation des pages, des chapitres, des tableaux, des figures et des photos est en continuité.

Les problèmes agronomiques et technologiques particuliers que pose l'utilisation des "hibiscus textiles" comme sources de pâte à papier et d'aliment du bétail, feront l'objet d'une troisième partie.

VII. PRODUCTION DES TIGES

A) MISE EN PLACE DE LA CULTURE

Il s'agit d'installer la culture de façon à obtenir des tiges bien développées, élancées et non-ramifiées qui seront coupées au début de l'apparition des premières fleurs, pour l'extraction de la fibre textile.

En Afrique, le kénaf et la roselle entrent le plus souvent en compétition avec le cotonnier et sont repoussés sur les terres les plus pauvres dont les sols appartiennent généralement au groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés. Cependant, quand la culture est pratiquée sur des petites parcelles familiales, même dans les zones les plus défavorables, le paysan a souvent la possibilité de trouver des endroits relativement fertiles, près de réserves suffisantes en eau au moment de l'installation de la saison sèche.

Les particularités de la production de tiges concerneront la mise en place de la culture (rotations-assolements, préparation du sol et semis), sa conduite (fertilisation, entretien et défense) et la récolte (coupe et délanierage), en vue de l'obtention à moindre frais de rendements élevés en fibres de qualité. La conduite de la culture et la récolte seront l'objet des deux chapitres suivants.

7.1. ROTATIONS - ASSOLEMENTS

Généralement, les hibiscus textiles occupent une nouvelle parcelle chaque année après le débroussaillage de la jachère naturelle. Quelquefois, ils succèdent à des cultures vivrières : paddy, maïs, sorgho, haricot, arachide, etc. et très rarement à des cultures industrielles : cotonnier au Soudan (5), canne à sucre en Afrique du Sud (72).

Au Mali, en exploitation paysanne et manuelle sur des petites parcelles rarement supérieures à 25 ares, la culture des hibiscus textiles s'intègre facilement sans problèmes particuliers dans l'assolement : maïs, sorgho, arachide, cotonnier, au sein des autres activités dont elle constitue une diversification valorisante. Les variétés de kénaf semi-précoces fleurissent avant les récoltes des autres cultures, à un moment où l'eau de rouissage est abondante et de température élevée. Par contre, avec les variétés tardives de kénaf et les variétés de roselle entrant en floraison courant octobre et novembre dans l'hémisphère Nord, la coupe et le rouissage ont lieu à l'époque des récoltes des plantes vivrières et du cotonnier, lorsque les disponibilités en eau de rouissage sont en diminution rapide et constante.

Les résultats des essais sont encore insuffisants et rarement significatifs statistiquement pour juger de l'efficacité d'une succession de cultures sur une même sole. Cependant, l'alternance de cette culture avec des cultures vivrières permet de limiter le développement des maladies : anthracnose, nématodes et chancre du collet.

Dans les sols à faible population de nématodes galligènes, le kénaf est un précédent acceptable pour lui-même (96, tableau 34). Cependant il est préférable de pratiquer une rotation triennale avec des cultures non sensibles au Meloïdogyne notamment, avec deux années de céréales : maïs, sorgho ou petit mil (*Pennisetum typhoides*) au Mali (96), paddy et autres céréales à Taïwan (64), ou avec une céréale suivie d'une légumineuse à Cuba (212). Les populations de nématodes galligènes qui s'installent à un niveau élevé, particulièrement en terrains sableux aux Etats-Unis (3) et même dans les terrains argileux irrigués du Nord de l'Australie (27), peuvent conduire à abandonner la production du kénaf ; la culture pendant plusieurs années de la roselle résistante, ne permettant pas de diminuer le niveau d'infestations (3).

Tableau 34 - Influence du précédent cultural sur le rendement en fibre du kénaf, sur trois points expérimentaux au Mali (1979).

Rotation			Population de nématodes		
Année 1	Année 2	Année 3	Forte	Faible ou nulle	
			N'Tarla	Baramandougou	Dalabani
kénaf	kénaf	kénaf	927 kg/ha	1104 kg/ha	1581 kg/ha
céréale	kénaf	kénaf	131 %	100 %	99 %
kénaf	céréale	kénaf	152 %	116 %	105 %
céréale	céréale	kénaf	175 %	103 %	101 %

La culture roselle sur roselle favorise considérablement le développement du chancre du collet, les fumures ayant une incidence marquée, notamment la fumure azotée (33, 115, tableaux 35, 36). Une jachère intercalée ne permet pas de faire diminuer rapidement le potentiel d'inoculum (tableau 36).

Tableau 35 - Pourcentage à la récolte de plants atteints du chancre du collet dans une culture continue de roselle, à Bambari en Centrafrique (1966-1968).

Traitement	1966 Année 1	1967 Année 2	1968 Année 3
Pas de fumure	1,7	7,8	38,8
Forte fumure N S P K	5,8	23,0	75,6
Forte fumure S P K sans N	1,7	8,6	48,7

Tableau 36 - Progression du chancre du collet de la roselle (Pawkeo) estimée en nombre de plantes atteintes sur 180 m², suivant le précédent cultural et la fumure (Parakou, Bénin, 1970).

Précédent cultural en 1969	Fumure			Total
	sans	forte	moyenne	
Jachère	8	181	5	191
Roselle	230	769	352	1351
Total	238	970	357	

En Afrique de l'Ouest et en Egypte (151), c'est une rotation de trois années qui semble éviter l'épuisement des sols et limiter les dégâts des parasites. DEMPSEY (90) en 1968 préconise "kénaif/arachide, pois, haricot/paddy, maïs, mil, patate douce/kénaif" ; tandis que BUY-XUAN-NHUAN et BOULANGER (52) en 1974 recommandent "kénaif, roselle/mil, sorgho, arachide/roselle/kénaif". Toutefois, les hibiscus textiles, comme le cotonnier, ne sont appréciés que sur leur propre rentabilité, sans tenir compte des effets résiduels de leur intégration dans une rotation.

7.2. PREPARATION DU SOL

Un démarrage rapide de la culture dès le début de la végétation est un des facteurs essentiels du rendement en tiges. Il dépend d'abord de la constitution d'un profil cultural aéré, perméable et profond, favorable au développement des racines et ensuite de l'aménagement sur l'horizon superficiel d'un lit de semences à particules réduites, facilitant la levée régulière des graines de faibles dimensions (5 mm et 3 mm de longueur, respectivement pour le kénaif et la roselle).

La préparation du sol est également un moyen d'éliminer les mauvaises herbes dont la concurrence est particulièrement préjudiciable lors du démarrage végétatif des jeunes plantules du kénaif et surtout de la roselle. Elle comprend des façons préparatoires, le labour, et les façons superficielles qui sont plus ou moins importantes suivant les précédents culturaux (12, 33, 91).

Sous un climat tropical en culture sèche, c'est bien souvent l'apparition des premières pluies qui détermine l'époque des labours, quelques jours ou quelques semaines avant le semis, suivant l'étalement de la saison des pluies. La difficulté de réaliser les labours avec un matériel limité (houe en culture manuelle et charrue à soc en culture attelée) au moment optimum, en début de la saison des pluies, amène quelquefois à les faire juste avant l'apparition de la saison sèche. La végétation enfouie, avant le semis par un deuxième labour plus léger, joue le rôle d'engrais vert. Cette technique utilisée au Mali, en 1971, a permis d'exécuter les semis 13 jours plus tôt, entraînant un gain de 490 kg de fibre à l'hectare (+ 28 %) sur une production de fibre de 1741 kg, pour un labour effectué début juin (93).

Il est nécessaire avant le labour, d'une part, de préparer la mise en culture des terres nouvelles ou des vieilles jachères par un débroussaillage et un dessouchage général dès la saison des pluies précédent le semis et, d'autre part, d'aménager les sols entrant dans un assolement par un nettoyage rapide du terrain, avec un brûlage des herbes et des résidus grossiers.

Le labour s'exécute à plat, lorsque le sol est suffisamment humide, par un houage profond ou par un retournement de la terre sur une épaisseur de 15 à 20 cm en culture attelée, de façon à enfouir convenablement les herbes et les débris végétaux. Dès que le terrain présente une légère déclivité, le labour est effectué perpendiculairement à la pente pour retenir les eaux de ruissellement et limiter l'érosion. Afin de parfaire le lit de semences, un passage à la houe ou mieux un hersage croisé est indispensable au moment du semis. Le grattage superficiel à la houe au moment du semis sans labour préalable est souvent pratiqué pour des raisons de facilité et de rapidité d'exécution (52).

En culture mécanisée pluviale (251), la préparation du sol est assurée par un labour à 25-30 cm en automne sous climat tempéré, ou avant la fin de saison des pluies sous climat tropical avec l'enfouissement des déchets et éventuellement du fumier ou du compost et des engrais phosphatés, précédé ou non d'un sous-solage, suivi d'une pulvérisation puis quelquefois d'un hersage (20, 251). Au Bénin sur le domaine de Parakou et en Côte d'Ivoire dans la région de Ferkessedougou, les labours étaient exécutés en avril-mai par un chenillard (120 cv ou 180 cv) tirant une charrue lourde et suivie d'une pulvérisation par disques. L'avantage de cette solution résidait dans la rapidité de la préparation de grandes surfaces (1000 à 2000 ha) au début des pluies, mais au détriment de la structure des sols relativement médiocre au départ et qui était considérablement détériorée par des façons culturales brutales (32). De plus, il est indispensable d'implanter des banquettes anti-érosives dont l'espacement en mètres soit au plus égal à :

$$\text{distance (mètres)} = \frac{7,625 (8 + \text{pente du terrain en } \%) }{\text{pente du terrain en } \%}$$

En culture irriguée, un planage et un billonnage suivent normalement la pulvérisation (20, 244). Les billons, espacés de 70 à 90 cm sont légèrement aplatis par un madrier traîné derrière la billonneuse, les billons trop pointus étant difficiles à ensemercer et les billons trop plats étant difficiles à mouiller jusqu'au centre sans avoir recours à l'irrigation par submersion. Après l'exécution au buttoir, le billon présente une surface plate de 30 cm au sommet et une hauteur de 12 à 15 cm.

7.3. SEMIS

Le semis est une opération culturale dont le succès conditionne le rendement. La réussite dépend non seulement de la qualité des semences (paragraphe 11.5.2) mais aussi de l'époque du semis, du mode de semis et de la densité de plantation.

7.3.1. Date de semis

La meilleure date de semis est l'époque qui, en fonction des facteurs climatiques, assure à la plante la plus longue durée de végétation avant le déclenchement de la floraison, permettant à la hauteur et au diamètre des tiges d'atteindre leur développement maximum (133). Elle doit être choisie en dehors des risques du retour du froid ou de la sécheresse.

La germination n'est possible que si la température du sol est supérieure à 12° pour le kénaf et 14° pour la roselle avec une pluviométrie suffisante ou des irrigations d'appoint (37, tableau 23 de la première partie, p. 41). A l'autre extrémité du cycle, la coupe doit se faire dans de bonnes conditions en l'absence de fortes pluies ou de gelées. D'autre part, pour assurer la récolte maximum en tiges, il importe que la période de végétation soit au moins de 3 à 4 mois pour les variétés de kénaf à photopériodes critiques comprises entre 12 et 12 h 30 et de 4 à 5 mois pour les variétés de kénaf de roselle entrant en floraison en jours inférieurs à 12 h (36). Une date de semis précoce pour la roselle est également favorable à la limitation des dégâts provoqués par le chancre (37, 114, 115).

Dans les zones tropicales, il est possible avec la maîtrise permanente en eau d'irrigation d'effectuer des semis tout au long de l'année (36, 37, 286, 287) :

- soit en période à photopériode supérieure à la photopériode critique de la variété, permettant d'allonger au maximum sa phase de végétation avant une floraison saisonnière bien marquée, indépendante de la date de semis ;
- soit en périodes à photopériode voisine ou inférieure à la photopériode critique de la variété, entraînant le raccourcissement de la durée de végétation à la phase juvénile avec une floraison plus hâtive, à date variable, dépendante de la date de semis.

Tableau 37 - Rendements en fibres exprimés en pourcentage de la meilleure date de semis de chaque essai, (n) étant le nombre d'essais, (K) les variétés de kénaf et (R) les variétés de roselle dont les photopériodes critiques respectives sont voisines de 12 h 30 et 12 heures.

Epoque du semis	Mali			Côte d'Ivoire		Bénin				R.C.A.	
	Nord	Sud		Nord		Sud		Nord		Ouaka	
	K	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
Fin mars						92 (8)	100 (2)				
Fin avril			-			92 (8)	82 (6)			83 (1)	86 (2)
Fin mai						58 (7)	43 (4)	95 (9)	100 (3)	100 (2)	88 (5)
Début juin		99 (2)	96 (2)	100 (2)	100 (2)	31 (8)	30 (5)	90 (6)	93 (5)	62 (1)	81 (4)
Mi-juin	100 (2)	100 (2)	100 (6)					92 (11)	77 (6)	75 (2)	74 (5)
Fin juin	92 (2)	92 (3)	87 (6)	66 (2)	80 (2)						
Début juillet	78 (2)	81 (1)	73 (4)					70 (1)	58 (2)		57 (3)
Mi-juillet	55 (2)	47 (1)	61 (4)	28 (2)	40 (2)					89 (1)	29 (1)
Pluies mm	600-800	900-1300		1000-1400		800-1100		700-1400		1400-1600	
Début pluies	mi-juin	fin mai		mi-mai		fin mars		fin mai		mi-mai	
Fin pluies	début sept.	début octobre		mi-octobre		début août		début octobre		fin octobre	

Cette possibilité théorique de culture continue des hibiscus textiles doit être considérée dans un système d'exploitation en tenant compte notamment :

- des liaisons positives mais non proportionnelles entre le rendement ou la hauteur des plantes et le temps d'occupation du terrain (tableau 18 de la 1^{ère} partie, p. 33),
- de la limitation de la période de la récolte en photopériode voisine de la photopériode critique de la variété,
- et des difficultés de déplacement dans les champs de machines pesantes pour la coupe et le délanierage, pendant la partie pluvieuse de la période précédente (35).

Tous les essais (tableaux 37 et 38) en zones tropicales sans irrigations d'appoint indiquent clairement qu'il faut semer le plus tôt possible, dès l'installation de la saison des pluies. Les conditions pluviométriques ne permettent pas les semis avant le début juin dans le Sud du Mali, le Nord de la Côte d'Ivoire et dans la région de Bambari en Centrafrique. Ils ne sont réalisables que mi-juin dans le Nord du Mali. Par contre, le plus souvent des semis peuvent être effectués dès fin mars dans le sud du Bénin et vers mi-mai dans la région de Parakou au Nord du Bénin. De plus, pour des semis tardifs, après début mai au Sud du Bénin, fin juin à Parakou, en Côte d'Ivoire et début juillet au Mali et en Centrafrique les rendements sont dérisoires et ne justifient plus économiquement l'application des engrais et les mesures d'entretien. Les observations effectuées au Bénin confirment les résultats obtenus au Nigeria (22) et au Ghana (7).

La réalisation de semis de kénaf "en sec" avant les pluies à Madingou au Congo (19) a montré que la réussite était par trop sous la dépendance de la quantité et de la répartition des premières précipitations d'octobre (tableau 38). Si les premières pluies ne sont pas suffisamment abondantes (de l'ordre de 50 à 60 cm) la levée, très échelonnée, risque de subir de gros dommages si d'autres pluies ne suivent pas immédiatement.

Tableau 38 - Hauteurs et rendements en lanières sèches pour les essais de dates de semis de kénaf, au Congo.

Dates de semis	Hauteur cm	Lanières kg/ha	Dates semis	Hauteur cm	Lanières kg/ha
19/10/1952	237	2285	1/10/1954 (en sec)	237	88 %
5/11/1952	235	74 %			
3/12/1952	202	68 %			
12/01/1953	141	66 %	15/10/1954	230	2715
2/02/1953	127	36 %	30/10/1954	213	76 %

Sous des latitudes plus élevées, en bordure de la Méditerranée, les essais réalisés au Maroc (142) et dans le Sud de la France (38, 130) mettent en évidence l'impossibilité de semer le kénaf avant un important réchauffement printanier du sol qui ne se produit que pour des températures maxima voisines de 20°C avec des températures nocturnes minima supérieures à 5°C (tableaux 39 et 40).

Tableau 39 - Rendements en tiges vertes non effeuillées (t/ha) et hauteur des tiges (cm) en fonction de la date de semis.

Date de semis	Tadla (Maroc)				Montpellier (France)		
	1958		1959		Date de semis	1981	
	t/ha	cm	t/ha	cm		t/ha	cm
14-18 mars	93,2	310	106,5	250	19 mai	95,5	262
24-28 mars	89,6	323	103,2	284	16 juin	56,3	228
3-13 avril	100,3	305	95,5	275			
17-19 avril	68,5	307	76,9	282			
27-29 avril	38,5	285	56,1	281			
9 mai	35,1	271	37,3	270			

Tableau 40 - Températures mensuelles (C°) minima (m) et maxima (M)

Mois	Tadla (Maroc)				Montpellier (France)	
	1958		1959		1981	
	m	M	m	M	m	M
Mars	4,4	24,9	6,0	24,0	5,0	13,8
Avril	6,0	26,0	6,9	27,6	8,4	18,9
Mai	11,0	32,0	10,0	28,1	9,3	19,8
Juin	13,3	33,6	14,2	36,7	11,9	27,3

Des résultats semblables ont été obtenus, confirmés et appliqués par les agronomes de nombreux pays producteurs de fibre de kénaf et de roselle : Thaïlande (30), Inde (157), Philippines (54, 119), U.R.S.S. (166, 206), U.S.A. (29, 56, 105, 179), Cuba (268, 269, 271, 275), El Salvador (131, 165), Australie (110, 286, 287), Egypte (117), Tunisie (116), Soudan (35, 229, 233) et Tanzanie (136).

7.3.2. Mode de semis

Le semis à la volée, malgré l'absence de contraintes et une économie de temps est à déconseiller (33, 91, 116, 163). Il est préférable de semer en lignes pour contrôler la densité de semis et pour faciliter l'exécution des façons d'entretien, l'épandage des engrais et les traitements insecticides.

Le semis est exécuté à plat en culture pluviale et souvent sur billons en culture irriguée, dans le sens du labour perpendiculaire à la pente et de préférence d'Est en Ouest pour faciliter la pénétration du soleil, tout au moins au début de la végétation, afin de limiter l'humidité qui favorise l'éclosion des maladies cryptogamiques.

En culture manuelle, le semis se réalise à la main, le plus souvent en continu et quelquefois en poquet après un rayonnage du terrain. Il est très important de ne pas enterrer les graines au-delà d'un centimètre de profondeur, afin de ne pas diminuer la densité, ni de retarder le départ en végétation. Au-dessus d'une occupation du terrain de 75 %, les "resemis" même effectués dans la semaine suivant la levée sont à éviter, les nouvelles plantules n'arrivant jamais à rattraper les premières. Il est possible d'envisager l'emploi de petits semoirs à main, bon marché, de type "monorang" adaptés aux cultures maraîchères. Ils permettent le semis en ligne ou en poquets aux densités recommandées, entraînant une diminution des besoins en graines de semis, et une économie de temps au semis et surtout au moment de l'éclaircissage, 3 semaines après la levée. Ces semoirs, de maniement aisé, réclament un terrain bien labouré, hersé et émiétté, qui est rarement obtenu. Sur les domaines agro-industriels, les semoirs pour petites graines donnent de bons résultats, à raison d'un hectare par heure.

En Ouzbékistan, la profondeur de semis recommandée est comprise entre 4 et 5 cm (167, 224).

7.3.3. Densité de semis

Pour les semis en ligne, la densité de semis dépend de la combinaison "espacement entre les lignes x écartement des plants sur la ligne". Si, en culture manuelle, plusieurs combinaisons sont utilisables pour obtenir la densité de semis la plus favorable à la production des tiges, par contre en cultures attelée et motorisée, le choix des deux facteurs de la densité de semis est limité par le matériel agricole disponible.

Les nombreux essais conduits au Maroc (142), au Mali (93, 94), en Côte d'Ivoire (263), au Bénin (248, 265), au Tchad (132), en Centrafrique (45, 153), en Algérie (208, 244) et en France (38, 129, 130) sont souvent difficilement comparables en raison des conditions particulières à chaque expérience, notamment les variations de la faculté germinative des semences utilisées, de la fertilité et du parasitisme existant aux points d'essai. Cependant, il se dégage une orientation générale en faveur des densités de semis supérieures à 500 000 plants à l'hectare qui, le plus souvent, produisent les meilleurs rendements en fibre de kénaf et de roselle (tableau 41).

L'accroissement de la densité de semis entraîne dans la plupart des essais (tableaux 42, 43, 44 et 44bis) ;

- une augmentation du pourcentage de plants qui disparaissent pendant la période de végétation (ou taux de mortalité), principalement à la suite d'attaques d'anthracnose pour le kénaf et du chancre du collet pour la roselle ; le pourcentage de perte du kénaf étant presque toujours supérieur à celui de la roselle avec plus de 40 % ;
- une diminution rapide de la hauteur et du diamètre des tiges ;
- et une augmentation de la résistance, de la finesse et de la souplesse de la fibre (exprimées respectivement en longueur de rupture, numéro métrique et indice de rigidité).

La densité de semis minimum est de l'ordre de 600 000 plants à l'hectare. Elle freine la ramification des tiges, tout en leur permettant d'atteindre un développement en hauteur et en épaisseur favorable au rendement en fibre de qualité. Des densités de semis voisines d'un million de plants à l'hectare donnent quelquefois des rendements en fibre supérieurs, notamment pour les variétés de l'espèce textile d'*H. sabdariffa* mais avec le risque d'obtenir de petites tiges très fines produisant une filasse de faible longueur, peu appréciée. Pratiquement, la densité de 600 000 plantes à l'hectare est assurée en début de végétation par 20 à 25 kg de graines de kénaf et par 15 à 20 kg de graines de roselle ayant un pouvoir germinatif de 80 à 90 % ; elles sont semées sur des lignes distantes de 20 ou 30 cm et un éclaircissage (3 semaines après la levée) laisse une distance moyenne entre les plants respectivement de 6 à 7 cm ou de 4 à 5 cm. Pour cette densité de semis, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre le semis en ligne continue et le semis en poquet (tableau 45). Dans tous les cas, les variétés de roselle ont une croissance beaucoup plus lente que les variétés de kénaf pendant les 3 à 5 semaines après la levée.

Tableau 41 - Production de fibre exprimée en pourcentage du rendement obtenu pour la densité de semis témoin de 600 000 plants/ha, (K) étant la variété de kénaf, (R) la variété de roselle et (n) le nombre de résultats.

Semis 1000 plants ha	Témoin en nombre de plants/ha									
	600 000					500 000			100 000	
	Mali		Bénin		Tchad	R.C.A.	Algérie	France	R.C.A.	Algérie
	(K)	(R)	(K)	(R)	(K)	(R)	(K)	(K)	(R)	(K)
4000										89 (1)
2500						135 (1)			92 (1)	93 (1)
1200	92 (1)								100 (1)	100 (1)
1000			109 (5)	109 (10)	126 (5)	123 (1)		109 (1)		
900	101 (1)									
800	100 (1)	100 (1)								
700						114 (1)				
600	100 (3)	100 (1)	100 (5)	100 (10)	100 (5)					
500	99 (2)					100 (1)	100 (1)	100 (1)		
400	87 (2)	73 (1)	86 (5)	89 (10)						
300	91 (3)				82 (3)		87 (1)		67 (1)	
200	70 (3)	41 (1)			53 (1)				76 (1)	
100	32 (1)	35 (1)			23 (1)		65 (1)		72 (1)	

Tableau 42 - Comparaison des pourcentages de pertes entre le kénaf et la roselle dans les essais variétaux, pour une densité de semis de 600 000 plants/ha, (n) nombre d'observations.

Hibiscus	Variétés	Mali (4)	Côte d'Ivoire (1)	Bénin (1)
Kénaf	Soudan précoce, Kénaf 129	44 %	53 %	46 %
Roselle	Pawkeo, THS 22	31 %	16 %	39 %

Tableau 43 - Pertes de plants en cours de végétation, hauteur et diamètre des tiges, rendement en fibre en liaison avec la densité de semis

Semis 1000 Plants ha	Roselle, Bénin				Roselle, R.C.A.				Kénaf, Tchad		Kénaf, Algérie		
	Pertes Plants %	Hauteur cm	Diamètre mm	Fibre kg/ha	Pertes Plants %	Hauteur cm	Diamètre mm	Fibre kg/ha	Hauteur cm	Diamètre mm	Semences au semis kg/ha	Pertes plants %	Fibre kg/ha
4000									94	4,1			
2500					54	120	7,6	1183	114	5,4	80	54	1975
1000	50	253	11,0	1478	34	140	7,7	1083	152	5,5	60	51	2063
800	47	253	11,5	1264							40	49	2207
700					29	148	8,4	998					
600	37	263	13,5	1300	23	156	8,4	879	172	8,5			
500													
300	45	264	15,5	995					180	9,8			
200									195	12,0			
100									225	14,2			

Tableau 44 - Densité de semis et caractéristiques technologiques de la fibre (Centrafrique, 1952)

Densité de semis Ecartement Nombre plants/ha	Résistance de fibre en km		Finesse en Nm (nkm de fibre = 1 kg)	
	kénaf	roselle	kénaf	roselle
5 x 5 = 4 000 000	26,6	30,0	161	250
10 x 10 = 1 000 000	24,8	26,5	143	220
20 x 20 = 250 000	20,4	30,0	100	200
30 x 15 = 222 222	17,9	30,0	83	170
30 x 30 = 111 111	15,2	26,5	60	160

Tableau 44bis - Densité et technologie de la filasse de kénaf

1000 plants/ha	Finesse (Nm ₂)				Ténacité (Rm)				Indice rigidité			
	Tchad			R.C.I.	Tchad			R.C.I.	Tchad			R.C.I.
	1952	1953	1954	1953	1952	1953	1954	1953	1952	1953	1954	1953
200-300	255				43				1,76			
300-400	260		160		41		32		1,74		1,80	
400-500		280	235			44	32			1,77		
500-600	360	355	255	245	41	44	32	42	1,63	1,70		1,88
1000		360	200	330		45	30	43		1,68	1,60	1,80
200			330	385			32	40				1,76
4000			360				35				1,50	

Tableau 45 - Comportement de la roselle semée en poquet ou en ligne continue, au Bénin (175)

Semis		Sekou, Sud Bénin				Parakou, Nord Bénin			
Ecartement	Nb plants poquet	Pertes plants %	Hauteur cm	Diamètre mm	Fibre kg/ha	Pertes plants %	Hauteur cm	Hauteur mm	Fibre kg/ha
cm									
69 x 10	4	49	235	10	1735	38	248	11	1737
30 x 20	4	37	213	11	1919	35	232	9	1805
30 x 5	continu	34	214	10	1764	23	247	10	1814

La densité de semis pour la production de tiges est très variable suivant les pays producteurs (tableau 46). Les espacements entre les lignes s'échelonnent de 18 cm (150, 250) à 95 cm (283) pour le kénaf et de 20 cm (88, 153) à 60 cm (243) pour la roselle, avec des écartements entre les plants sur la ligne allant de 5 cm (52, 88, 153) à 15 cm (214). Les besoins respectifs en semences à l'hectare varient de 8 à 40 kg et de 5 à 30 kg. Certains pays (Australie, Inde, Nigéria, Nouvelle Zélande, Soudan, Taïwan, Thaïlande et U.S.A.) qui ont pris en considération l'importance économique de la limitation du taux de mortalité et la réduction des dépenses en semences ont adopté des densités de semis inférieures à 500 000 plants à l'hectare. Les petits agriculteurs de l'Inde et surtout de Thaïlande dont la plupart sèment à la volée ont tendance à fortement augmenter la densité de semis, tout particulièrement pour les semis de roselle.

Dans les kolkhozes et sovkhoses d'Ouzbékistan (167, 207, 213), les semis en lignes jumelées (48 cm + 12 cm, 55 cm + 15 cm), triplées (50 cm + 10 cm + 10 cm) et quadruplées (9 cm + 27 cm + 9 cm + 45 cm) sont préférés aux semis en lignes équidistantes. Ils permettent une meilleure répartition de la lumière et favorisent les fortes densités (800 000 à 1 400 000 plants/ha) avec une réduction du taux de mortalité, une augmentation de la hauteur moyenne des tiges et de leur diamètre et un léger gain en productivité.

Tableau 46 - Densité de semis pour la production de tiges d'Hibiscus textiles, pratiquée par les pays producteurs (kéna = K et roselle = R)

Pays	Région productrice	Référence bibliographiques	Densité de semis en 1000 pl/ha				
			150-350	350-550	550-750	750-1000	> 1000
Algérie	Hamadena	208, 244				K	K
Australie	Queensland	187, 188, 285, 286	K	K			
Afrique du Sud	Est - Transvaal	13, 72, 152		K	K		
Bénin	Parakou - Sekou	248, 265			R		
Côte d'Ivoire	Ferkessedougou	263			K		
Cuba	Santiago	77, 250, 270, 272, 274			K	K	
Egypte	Nord	117			K		
El Salvador	San Miguel	131, 278			K		
France	Sud, Corse	38, 129, 130			K		
Inde	Andhra Pradesh	82, 214, 239	KR	K			
Indonésie	Centre, Est-Java	14			R		
Mali	San, Sikasso	93, 94			KR		
Maroc	Tadla	142				K	
Nigéria	Ouest	9	K				
Nlle-Zélande		284	K	K			
R.C.A.	Bambari, Damara	45, 153			KR	R	
Soudan	Kenana	35, 228, 230, 231, 233	K	K	K		
Taiwan		63, 88	KR				
Tchad	Tikem	132				K	
Thaïlande	Nord - Est	243	R	R			
U.R.S.S.	Ouzbékistan	167, 195, 207, 213				K	K
U.S.A.	Mariland, Georgie, Floride	57, 140, 150, 178, 283	K	K	K	K	
Vietnam	Sud	88				K	

VIII. PRODUCTION DES TIGES

B) CONDUITE DE LA CULTURE

La conduite de la culture concerne des techniques d'intensification de la production, notamment la fertilisation, l'entretien et la défense sanitaire, qui sont devenues familières aux paysans africains pratiquant la culture cotonnière.

8.1. FERTILISATION

Sur les sols possédant les qualités physiques reconnues indispensables aux productions végétales, ne manifestant pas de déficiences minérales caractéristiques et ayant été traités par des pratiques culturales normales, le rendement en fibre sèche à l'hectare en Afrique de l'Ouest est de l'ordre de la tonne (1034 kg pour l'objet sans engrais de 31 essais régionaux).

L'effet de la fumure organique est bien connu des paysans maliens et voltaïques qui, depuis toujours, implantent leurs cultures traditionnelles de "dah" sur les parcs à bétail et sur les terres de jardinage autour des cases (sotoro). Un apport de 20 tonnes de fumier à l'hectare au Tchad a augmenté la production de fibre de 86 % (132). A partir des années 1960, le développement des cultures de kénaf et de roselle et la réduction du temps de jachère, dans des systèmes de culture devenant de plus en plus intensifs ou dans des domaines agro-industriels, ont conduit à une plus grande utilisation d'engrais minéraux plus ou moins complets.

Les recherches sur la pratique de la fertilisation ont donc été orientées de façon à satisfaire les besoins immédiats de la production des tiges, tout en corrigeant les déficiences minérales présentes et en maintenant le potentiel de production. Pour cela, elles ont tenté de déterminer les exigences de la plante, la nature et l'importance des déficiences, les quantités d'éléments minéraux à apporter, le moment de l'application et le mode d'épandage.

8.1.1. Exigences de la plante

Les études réalisées au Mali (93) et au Burkina Faso (28) montrent que les productions de tiges et de kénaf sont exigeantes en éléments minéraux, particulièrement en azote et en potassium puis en calcium et en chlore, les importances relatives variant suivant les essais (tableau 47). Pour une production de fibre supérieure, la roselle est en général moins exigeante.

Tableau 47 - Eléments exportés en kg/ha

Caractères observés	Mali				Burkina Faso	
	Sans engrais		Avec engrais		Semis kénaf	
	kénaf	roselle	kénaf	roselle	15 juin	15 juillet
Tiges + feuilles non séchées (t/ha)	12	9	39	32	34	17
Fibres rouies séchées (kg/ha)	387	430	1585	1785	1500*	580*
N	45,8	28,3	153,9	140,3	101,9	71,8
S	3,0	2,7	16,3	9,3	13,2	10,9
P	4,2	2,7	13,7	9,7	13,4	8,2
Cl	-	-	-	-	62,2	32,8
K	46,3	19,6	91,6	59,7	236,3	157,8
Ca	32,0	16,3	101,9	118,7	36,5	20,0
Mg	8,3	7,0	34,8	29,1	21,8	11,3
Na	-	-	-	-	1,5	0,4

* estimations

Le tableau 48 regroupe les observations effectuées sur l'évolution des mobilisations par la variété de kénaf BG 52-38-2 (pour 2 dates de semis) et qui, dans les conditions de Bobo Dioulasso au Burkina Faso (latitude 11°11 Nord), entre en floraison début septembre :

- les quantités d'éléments mobilisés par la plante avant la floraison sont légèrement supérieures à celles exportées au moment de la coupe du fait, tout au moins pour une bonne partie, de la non récupération des feuilles tombées sur le sol ;
- et les augmentations en mobilisation des éléments minéraux, notamment pour l'azote et le potassium, sont d'autant plus importantes que la photopériode au moment de l'échantillonnage se rapproche de la photopériode critique de la variété. Ces augmentations sont indépendantes de l'âge de la plante (Fig. 13 a et Fig. 13 b), se traduisent par des gains journaliers en hauteur de la plante (37, chap. 3.1.1. de la première partie, page 30).

Tableau 48 - Evolution des mobilisations en éléments minéraux d'une plante d'*Hibiscus cannabinus* en cours de végétation

Date de semis	Date d'échantillonnage	Durée semis échantillonnage	Quantités d'éléments minéraux (kg/ha) contenues dans la plante							
			N	S	P	Cl	K	Ca	Mg	Na
15/VI	14/VII	29	27.7	2.3	2.1	6.7	32.9	3.5	2.3	0.2
	23/VII	38	71.9	7.1	5.6	27.9	108.8	15.4	10.5	0.7
	13/VIII	59	81.5	8.7	7.1	43.3	155.3	23.3	11.8	0.6
	25/VIII	71	135.9	16.9	15.2	78.0	281.1	40.9	23.8	1.4
	1/IX	78	106.9	13.9	14.6	68.1	256.9	38.6	23.6	1.5
	21/IX	98	92.8	12.4	17.5	59.2	265.4	43.8	26.3	1.6
	12/X	119	45.5	6.8	8.9	44.9	148.8	25.7	16.2	1.1
15/VII	13/VIII	29	28.2	2.8	2.2	6.1	37.3	4.3	2.6	0.2
	25/VIII	41	81.4	11.4	9.6	27.5	163.9	19.2	11.2	0.7
	1/IX	48	75.1	11.6	9.1	36.5	172.1	20.1	12.1	0.7
	12/X	89	43.4	8.0	10.7	35.1	161.3	28.6	15.8	0.5
Quantités mobilisées entre les 13 et 25/VIII			54.4	8.2	8.1	35.3	125.8	17.6	12.0	0.8
			53.2	8.6	7.4	21.4	126.6	14.9	8.6	0.5

Il en résulte que pour une culture de kénaf implantée dès que possible au début de la saison des pluies, produisant de l'ordre de 1500 kg de fibres sèches à l'hectare (tableau 49) :

- la production de tiges entraîne une exportation importante de potassium, celle d'azote n'étant pas supérieure à la culture cotonnière ;
- l'enfouissement des feuilles et des racines a une valeur fertilisante non négligeable ;
- et l'utilisation des feuilles en nutrition animale double l'exportation d'azote.

Tableau 49 - Teneurs et exportations des éléments minéraux suivant les parties d'un plant de kénaf et de leur utilisation au début de la floraison (Burkina Faso 1977, 28)

Situation		Eléments minéraux							
		N	S	P	Cl	K	Ca	Mg	Na
Parties du plant (kg/ha)		Teneurs (%)							
Feuilles	1998	3,38	0,34	0,27	0,64	2,52	0,83	0,42	0,02
Tiges	5373	0,64	0,12	0,15	0,92	3,46	0,37	0,25	0,02
Racines	839	0,56	0,11	0,12	0,72	2,46	0,23	0,20	0,03
Utilisation		Quantités exportées ou restituées (kg/ha)							
Tiges + feuilles		102	13	14	62	236	37	22	1
Tiges		35	7	8	49	186	20,0	13	1
Racines + feuilles		71	7	7	19	71	19	11	1
Comparaison à 1500 kg/ha de coton-graine		44	5	9	-	40	14	6	-

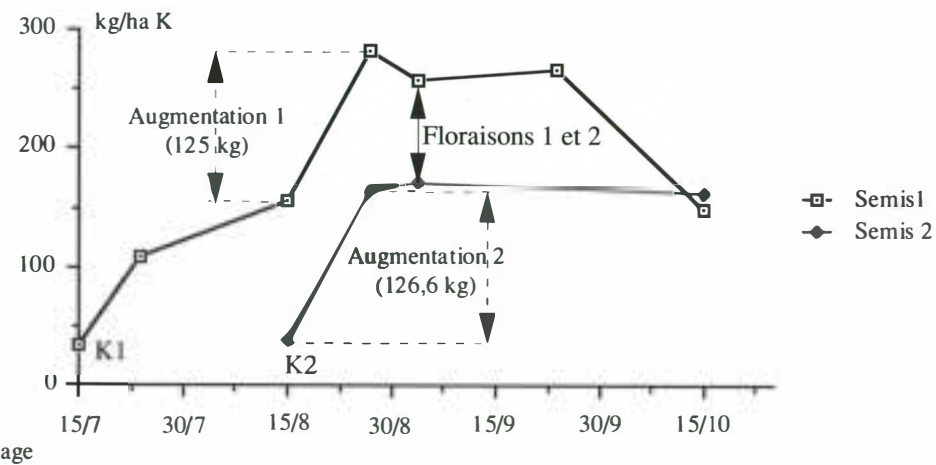
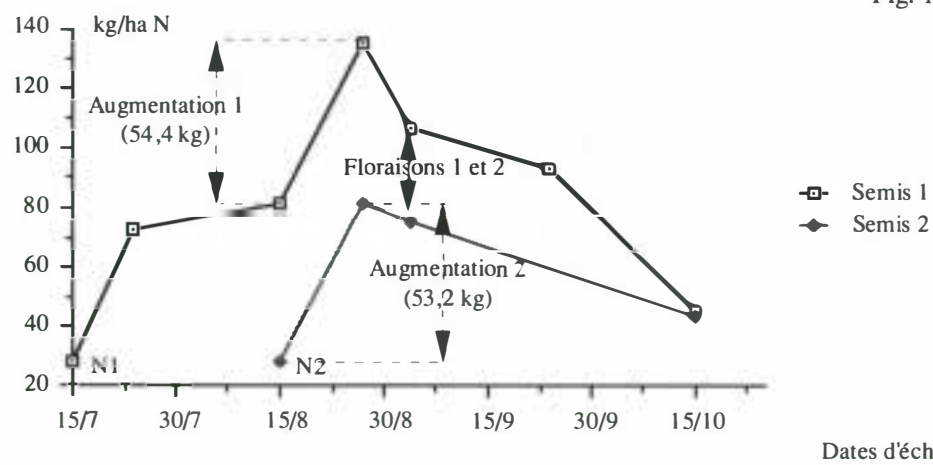
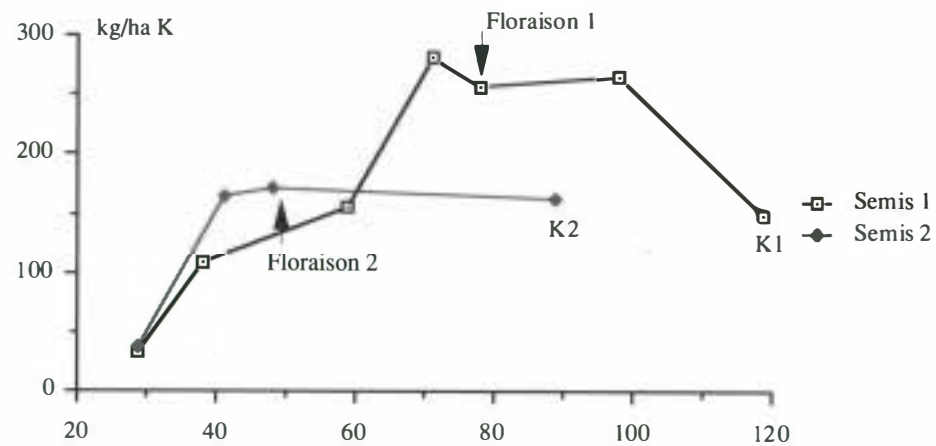
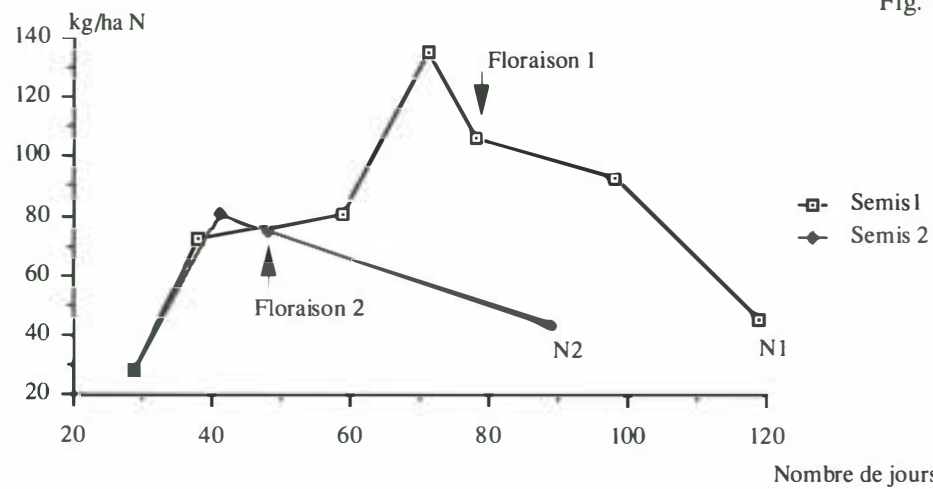


Figure 13 - Mobilisation de N et K suivant l'âge de la plante et la période de végétation

Ces résultats qui peuvent être retenus comme valeurs indicatives dans un plan de fertilisation sont comparables à ceux obtenus aux USA (91), en Inde (177) et en Australie (135) pour une production de fibres de 1500 kg à 2 tonnes, les exportations en potassium étant minima au Mali et maxima au Burkina Faso (tableau 50). L'enfouissement des cylindres centraux de la tige réduit les exportations des tiges de 30 à 40 % pour tous les éléments (91, 135, 166).

Tableau 50 - Exportations en éléments minéraux (kg) au début de la floraison, pour 100 kg de matière sèche d'une culture d'hibiscus textile, produisant entre 1500 kg et 2 tonnes de fibre/ha, provenant de 8 à 12 t de tiges séchées sur le champ (ayant environ 20 % d'humidité)

Matière sèche exportée (100 kg)		Pays (référence)	Eléments minéraux exportés (kg)							
			N	S	P	Cl	K	Ca	Mg	Na
Tiges + Feuilles	Kénaf	Burkina Faso (28)	1,38	0,18	0,18	0,84	3,21	0,50	0,30	0,02
	Kénaf	Australie (135, 188)	0,50	0,14	0,08	-	1,13	0,58	0,46	0,18
	Kénaf	Inde (177)	0,81	-	0,50	-	1,24	1,66	0,41	-
	Roselle	Inde (177)	0,83	-	0,83	-	1,23	1,49	0,40	-
Tiges	Kénaf	Burkina Faso (28)	0,64	0,12	0,15	0,92	3,46	0,37	0,25	0,02
	Kénaf	Inde (177)	0,24		0,44		1,25	0,99	0,36	
	Roselle	Inde (177)	0,25		0,85		0,97	0,89	0,35	
	Kénaf	Russie (168)	0,90		0,30		1,80			
	Kénaf	Russie (168)	1,35		0,25		2,15			
Fibres*	Kénaf	Burkina Faso (28)	6,80	0,87	0,93	4,13	15,73	2,47	1,47	0,07
	Kénaf	Mali (93)	9,71	1,03	0,86		5,78	6,43	2,20	-
	Roselle	Mali (93)	7,86	0,52	0,54		3,34	6,65	1,63	-
	Kénaf	Inde (177)	5,40		3,37		8,33	11,10	2,75	-
	Roselle	Inde (177)	5,02		2,82		8,45	10,20	2,72	-
Ecorces**	Kénaf	Australie (135)	0,26		0,06		1,79	0,71	0,58	
	Kénaf	Inde (177)	0,31		0,52		1,71	1,58	0,43	0,07
	Roselle	Inde (177)	0,30		1,59		1,81	1,65	0,43	
Bois	Kénaf	Australie (135)	0,22		0,09		1,41	0,27	0,16	0,24
	Kénaf	Inde (177)	0,20		0,40		0,98	0,65	0,31	
	Roselle	Inde (177)	0,21		0,38		0,80	0,41	0,31	

* Exportation "tiges + feuilles" pour la production de 100 kg de fibres variées

** En matière sèche, l'écorce (ou lanières) représente 30 à 40 % des tiges effeuillées

8.1.2. Nature et importance des déficiences et des toxicités

En complément des analyses du sol qui ont permis de rassembler le maximum d'informations pour définir les problèmes d'orientation de la fertilisation et d'évolution du potentiel de production, la détermination des principales déficiences minérales présentes dans les zones de culture du kénaf et de la roselle au Mali (93, 94, 96), en Côte d'Ivoire (129), au Bénin (75, 175, 265) et en Centrafrique (45) a surtout été effectuée par une expérimentation aux champs utilisant la méthode soustractive. Elle permet de comparer à une fumure minérale dite "totale" ou "complète" comprenant les éléments N (20 à 66 kg/ha), P_2O_5 (40 à 48 kg/ha), K_2O (36 à 72 kg/ha), S (12 à 25 kg/ha) et B_2O_3 (0,5 à 1,2 kg/ha) des formules dont un des éléments précédents a été retiré (tableaux 51.a et b).

D'une façon générale, la déficience azotée est la principale déficience minérale à l'échelle d'une campagne, en annulant le plus souvent les effets attendus par l'apport des autres éléments.

Par rapport à la fumure complète, l'absence de l'élément azoté (- N) fait chuter la production de fibre de 30 à 40 % (400 à 600 kg/ha de fibre) en la ramenant au voisinage du niveau de la culture sans aucun apport d'engrais. Sur les sols ferrugineux tropicaux du Mali, de Côte d'Ivoire et du Nord du Bénin, l'importance relative des déficiences (- P_2O_5), (- K_2O) et (- S) est variable suivant les points expérimentaux et les années. La déficience (- P_2O_5) est presque toujours plus importante que la déficience en soufre, tandis que celle en (- K_2O) est rarement mise en évidence. Par contre, sur les sols faiblement ferralitiques ou "terres de barre" du Sud du Bénin (région de Sékou-Akassato) la déficience en potassium

se manifeste mais de façon moins intense que pour le cotonnier. Les observations sur la hauteur et le diamètre des tiges varient dans le même sens que les rendements en fibre (tableaux 51.a et b).

Tableau 51.a - Rendements en fibre des formules d'engrais en pourcentage de la fumure complète des essais soustractifs, (n) : nombre d'essais

Fumure	Effet	Mali			Côte d'Ivoire		Bénin			RCA
		Nord	Centre				Sud		Nord	Bambari
		Kénaf (4)	Kénaf (5)	Roselle (2)	Kénaf (2)	Roselle (4)	Kénaf (3)	Roselle (1)*	Roselle (3)	Roselle (1)*
N P K S B	Total	100	100	100	100	100		100		100
N P K S -	- B	99	100	89	-	-	-	77	-	
N P K - B	- S	96	83	91	64	82	108	94	78	74
N P - S B	- K	100	93	91	98	101	86	71	85	111
N - K S B	- P	78	82	89	98	103	98	68	91	81
- P K S B	- N	68	58	79	56	68	69	103	70	102
Sans engrais	0	54	54	73	55	60	77	70	56	60

* Fortes attaques du chancre du collet.

Tableau 51.b - Variation de la hauteur (cm) dans les essais soustractifs du Mali, de la Côte d'Ivoire, du Bénin et du diamètre (mm) en R.C.A., (n) : nombre de résultats

Fumure	Effet	Mali			Côte d'Ivoire		Bénin			Centrafrique	
		Nord	Sud				Sud		Nord	Roselle	
		Kénaf (6)	Kénaf (14)	Roselle (8)	Kénaf (7)	Roselle (4)	Kénaf (1)	Roselle (1)	Roselle (2)	Hauteur (2)	Diamètre (4)
N P K S B	Total	208	228	234	171	218	182	226	224	218	9,2
N P K S -	- B	206	228	232	-	-	184	232	227	-	-
N P K - B	- S	203	223	226	159	190	184	226	225	206	8,4
N P - S B	- K	200	226	229	159	203	181	184	214	220	9,0
N - K S B	- P	194	213	222	169	206	188	221	221	200	7,8
- P K S B	- N	188	195	212	144	183	182	206	219	186	7,4
Sans engrais	0	161	179	206	134	178	176	198	200	159	6,3

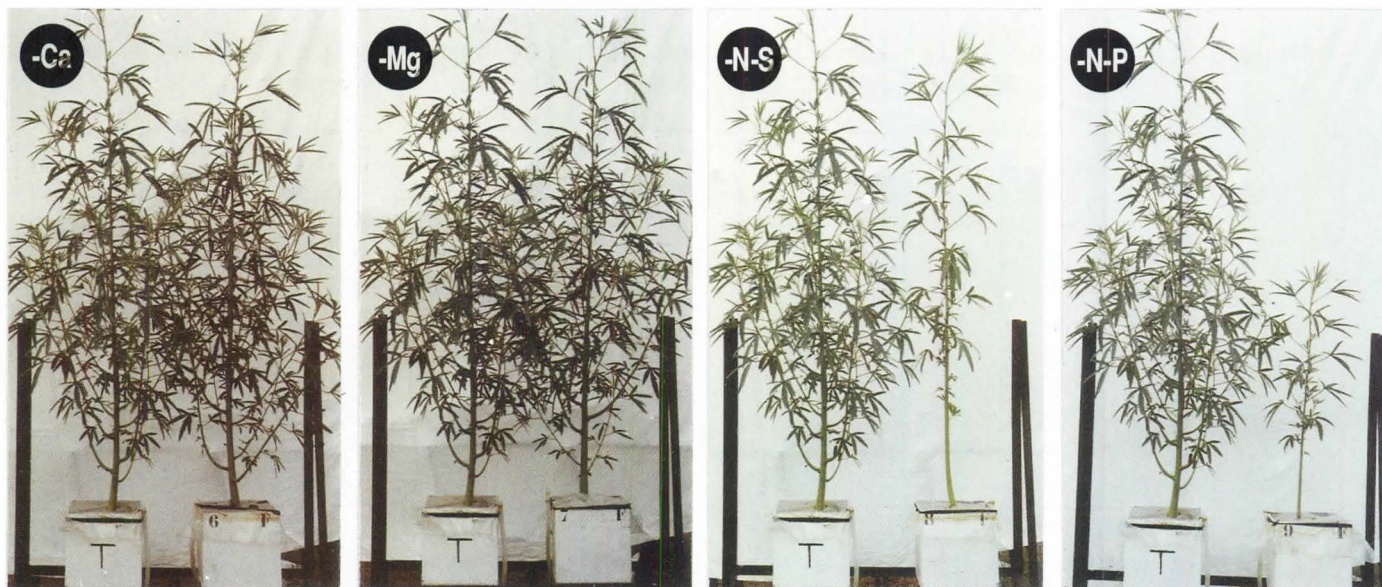
La répétition de la culture de kénaf et de roselle sur une même sole recevant la même formule d'engrais depuis la mise en place de l'essai soustractif, entrecoupée ou non d'une année de jachère, accentue les effets de l'absence de l'élément, nettement pour N, sensiblement pour P₂O₅ et S et quelquefois légèrement pour K₂O, sauf dans les terres de barre où cette déficience prend une importance comparable à celle de N (tableau 52). L'apport de 350 kg/ha de 14-14-14-10 sur une troisième année de culture continue de roselle en Côte d'Ivoire réduit fortement ou totalement les déficiences existantes. Dans des sols bien pourvus en matière organique et déjà infestés par le chancre du collet et de tige de la roselle, Sekou au Bénin et Bambari en Centrafrique, l'apport d'engrais ayant un élément azoté favorise à un tel point le développement du taux de plantes malades que l'action bénéfique attendue sur la récolte est annulée et même inversée.

L'observation des symptômes visuels des déficiences des principaux éléments minéraux provoquées en culture hydroponique au Mali (93), tout en mettant en évidence des variations quantitatives du développement, n'a pas permis d'établir des clefs de détermination comme pour le cotonnier. Des symptômes foliaires de déficiences ont été décrits récemment en Australie (11). Pour la roselle, au Mali, dans l'ensemble sur les objets (- N), (- P), (- S) la végétation est moins abondante par rapport au témoin "non déficient" qui présente de nombreuses ramifications (photo 26, Mali 1972) ; (- N) au feuillage vert pâle et (- P) au feuillage vert foncé n'ont pas de ramification tandis que (- S) au feuillage vert jaune est légèrement ramifié. Contrairement aux observations aux champs, (- P) a la taille plus réduite que (- N). L'association (- N - P) produit une plante chétive, grêle, de taille très réduite. (- K) provoque une légère réduction de la taille et intensifie la ramification, les nervures des feuilles devenant jaunes et se nécrosant à partir du sommet des feuilles qui se dessèchent. Avec (- Mg) la plante qui manifeste un développement semblable au témoin se dessèche précocement. La plante (- B) est de taille réduite et présente un aspect buissonneux, avec un fréquent étêtage du sommet de la tige centrale et des tiges secondaires et l'apparition de cals aux insertions des pétioles, ces derniers se recourbant chez les kénafs. (- Ca) n'entraîne pas de différence visible avec le témoin, tandis que l'excès de manganèse

Photos 26



Photos 27



Photos 28



Photos 26, 27, 28
Effet des déficiences
minérales sur la roselle
THS 22, cultivée en
hydroponique.

(Photos : J. BOULANGER,
IRCT Mali, 1972)

(+ Mn) réduit la taille et provoque un brunissement des bordures des feuilles. L'application de (+ Mn), (+ B) et (+ Zn) séparément ou en combinaison, mélangée à une fumure NPK stimule la différenciation et le développement des fibres, avec une augmentation de la hauteur et du diamètre des tiges (291). Le kénaf supporte mieux la salinité du sol que le jute et la roselle (246), même à des taux de 2,5 à 5 pour 1000 en Algérie (208). Un taux élevé de sel dans le sol a pour effet sur le kénaf (79) et la roselle (103) de réduire la croissance, de retarder la floraison, d'entraîner une diminution de la teneur en huile des graines et du rendement en fibres des tiges.

Tableau 52 - Rendement en fibre (kg/ha) pour la fumure complète et en (%) des résultats de cette formule pour les fumures dont un élément a été retiré, suivant les rotations (H = hibiscus fertilisés, J = jachère)

Lieu	Rotation	Fumure complète	% Fumure complète					
			sans	- N	- P	- K	- S	- B
Mali Nord	H	1399	46	59	77	104	90	102
	H J J H	1219	72	84	74	97	85	99
	H	1933	73	82	87	91	90	92
Mali Centre	H J H	1629	73	85	80	92	94	89
	H J H J H	1680	75	95	92	103	102	99
	H J H J H J H	1458	66	44	84	103	98	98
Mali Sud	H	1259	50	52	98	96	94	108
	H J H	1685	65	70	96	100	96	101
	H J H J	1398	62	75	95	96	102	95
Côte d'Ivoire	H	1583	60	67	95	103	85	-
	HH	1900	48	66	85	85	77	-
	HHH	1057	50	58	74	80	74	-
	H	2204	78	84	105	95	92	-
	HH	2316	54	76	79	32	66	-
	H H H (+49 -49 -49 -35)	1500	87	100	90	105	89	-
Bénin Sud	H	1982	69	85	99	97	102	102
	HH (chancre 51 %)	975	69	103	68	71	94	77
	H	1549	52	64	80	68	74	64
	HH	2214	65	75	97	81	86	86
R.C.A. Ouaka	H (chancre 4 %)	2045	60	102	81	111	74	-
	HH (chancre 21 %)	2856	68	96	63	103	90	-
	HHH (chancre 60 %)	1000	142	164	61	114	104	-

Les techniques du diagnostic foliaire et pétioleaire qui permettent d'évaluer aussi les conditions de nutrition offertes par le milieu et de suivre le développement de la plante par l'estimation des teneurs en NO₃-N, P, K, Ca et Mg ont rarement été utilisées sur le kénaf et la roselle, leur culture en Afrique tropicale étant caractérisée par un cycle court qui rend impossible l'utilisation des données sur la culture servant de support. Toutefois, l'information ainsi recueillie peut servir à évaluer l'évolution de la fertilité des systèmes de culture dans lequel les hibiscus textiles entrent en rotation avec d'autres cultures annuelles, notamment sur les domaines agro-industriels (44). L'étude effectuée à Montpellier (France) pour étudier les conditions de la nutrition azotée du kénaf a conduit à choisir les premières feuilles matures du sommet de la tige principale, deux mois avant l'entrée en floraison, et à doser l'azote minéral sur les pétioles (28).

8.1.3. Eléments minéraux à apporter

En Afrique tropicale, le kénaf et la roselle répondent fortement à une fumure azotée par une augmentation de la hauteur et du diamètre des tiges (tableau 51.b). Les effets de l'apport azoté sont presque toujours plus importants que les actions combinées des apports P₂O₅, K₂O, S et B₂O₃. En Côte d'Ivoire (263), les effets sur le développement en hauteur du kénaf sont plus importants entre les 47^{ème} et 68^{ème} jours après les semis pour une variété semi-précoce semé début juin, le gain acquis par l'apport azoté se maintenant jusqu'à la récolte (tableau 53). Cette période de croissance (247) correspond à la période de forte mobilisation des éléments minéraux (chapitre 8.1.1), en liaison avec la date de semis et la photopériode critique.

Tableau 53 - Effets des apports minéraux sur le développement du kénaf (Côte d'Ivoire, 1969)

Apports (kg/ha)				Hauteur (cm)									Récolte		
				au	Gains				au	Différences				Dia- mètre (mm)	Fibres kg/ha
					47 j.	47-68 j.	68-89 j.	89-107 j.		107 j.	47 j.	68 j.	89 j.		
N	P	K	S	47 j.	47-68 j.	68-89 j.	89-107 j.	107 j.	47 j.	68 j.	89 j.	107 j.	(mm)	kg/ha	
0	0	0	0	51	+ 72	+ 68	+ 9	200	- 8	- 20	- 11	- 10	12,2	1184	
0	67	90	36	59	+ 84	+ 59	+ 8	210	0	0	0	0	12,1	1440	
33	67	90	36	73	+ 87	+ 57	+ 5	222	+ 14	+ 17	+ 15	+ 12	12,8	1856	

Cela se traduit dans les courbes de réponse aux doses croissantes d'azote au Mali, en Côte d'Ivoire et au Bénin, pour une production d'une tonne de fibre de kénaf comme de roselle obtenue sans fumure, par une augmentation moyenne de 200 à 300 kg de fibres, avec un apport azoté de 20 à 30 kg/ha (tableau 54). Cette augmentation moyenne plafonne autour de 400 à 500 kg de fibres pour des apports azotés dépassant 50 kg/ha, les pourcentages d'augmentation de la production étant d'autant plus forts que le sol est déficient en cet élément. Les autres courbes de réponse aux doses croissantes de P_2O_5 , K_2O , S et B_2O_3 étudiées au Nord du Bénin (265) n'ont donné qu'une réponse positive pour les apports phosphatés de 30 à 50 kg/ha (tableau 55). Des essais "coupes" permettant d'étudier l'effet des éléments (N, P) au Mali, en Centrafrique et au Nord du Bénin mettent en évidence (tableau 56) un effet généralisé (NP), un effet (NS) au Nord du Bénin et pas d'effet NK en Côte d'Ivoire.

Partant de toutes ces observations, des courbes de réponses aux doses croissantes de formulations d'engrais existantes, spécialement des formulations destinées à la culture cotonnière, ont été étudiées dans chaque zone de production. Les ajustements aux besoins des cultures de kénaf et de roselle, des formules d'engrais commercialisées ont été effectués le plus souvent en renforçant les apports des éléments azotés, de façon à augmenter la production de fibre à l'hectare de l'ordre de 500 kg, par élévation des rendements moyens d'une tonne/ha à plus de 1500 kg/ha.

Tableau 54 - Réponses de la production de fibre aux doses croissantes de l'élément azoté, exprimées en pourcentage du traitement ayant reçu 55 unités de N.

Pays	Nb Essais	Sans engrais		Fibres en % suivant les unités d'azote									
		kg/ha	%	20	30	45	55	65	75	100	150	200	300
Mali	7	1173	71	86	98		100	105	100				
	2	1390	78	101	94		100		102		91		
	7	884	61	84	94	95	100						
	2	1361	92				100		105				
	8	755	67		96		100						
	4	969	83	88	95	99	100		104	100			
	8	782	63		102	104	100						
	2	1406	85				100			116	120	110	
	8	841	51		90		100						
	kénaf	916	83	97	95	105	100		105		100		
	roselle	1359	77	86	93	94	100		105		93		
Côte d'Iv.	3	1084	78		102		100						
Bénin Nord	1	738	60		82		100		92				
	2	682	70				100		108	110			
	1	1379	81	94		99	100						
France	1										100	103	
	2	2652*	78				93			97	100		

* Estimation à partir de la production de tiges.

Tableau 55 - Réponses de la production de fibres, dans le Nord du Bénin, aux doses croissantes des principaux éléments minéraux, exprimées en pourcentage du traitement considéré comme vulgarisable

Doses croissantes kg/ha														
N			P ₂ O ₅			K ₂ O			S			B		
45P - 45K - 13S - 5B			45N - 45K - 13S - 5B			45N - 45P - 13S - 5B			45N - 45P - 45K - 5B			45N - 45P - 45K - 13S		
Dose	Fibre		Dose	Fibre		Dose	Fibre		Dose	Fibre		Dose	Fibre	
N	kg/ha	%	P	kg/ha	%	K	kg/ha	%	S	kg/ha	%	B	kg/ha	%
T	1326	79	T	1440	78	T	1466	80	T	1198	80	T	1487	82
0	1379	82	0	1580	85	0	1673	91	0	1445	97	0	1685	93
22	1587	95	30	1760	95	30	1781	97	13	1491	100	1	1793	99
45	1675	100	45	1852	100	60	1830	100	26	1556	104	5	1804	100
67	1694	101	60	1836	99	90	1840	101	39	1594	107	10	1840	102

Tableau 56 - Réponses de la production de fibre aux équilibres entre 2 éléments minéraux pour un apport de 10 000 équivalents à l'hectare, exprimées en pourcentage du témoin sans engrais (méthode des coupes)

Pays	Sans engrais		Fumure : 10 000 équivalents/ha											
			100				70/30							
	kg/ha	%	N	P	K	S	NP	NK	NS	PN	KN	SN	SP	PS
Mali	1140	100	126	90			137			106				
Côte d'Iv.	1264	100	136		111			138			122			
R.C.A	665	100	191	118		114	212		204	169		157	126	107
Bénin	837	100	137	95			145			126				
Nord	664	100	153						179			191		

Au Mali (tableau 57), la fumure minérale recommandée à l'hectare comprenait : 100 kg de phosphate d'ammoniaque, 50 kg de sulfate d'ammoniaque et 50 kg d'urée (55 N, 52 P₂O₅, 0 K₂O, 12 S en kg/ha) jusqu'aux années 1977, puis elle a été remplacée par 200 kg de "la formule-coton" (14-12-12-7-2) complétée de 50 kg d'urée (44 N, 33 P₂O₅, 18 K₂O, 11 S, 3 B₂O₃ en kg/ha). Les arrière-effets de cet apport d'engrais sur une culture de kénaf entraînent, l'année suivante, une augmentation de + 30 % de la production de maïs-grain, soit une augmentation de 500 kg à 1 tonne de grains (tableau 58).

Ce sont aussi les formules d'engrais du cotonnier qui ont été préconisées en Côte d'Ivoire et dans le Nord du Bénin : 300 kg de (14-14-14-10-1) dans la région de Ferkessedougou et 200 kg de (20-26-0-10-0,7) complétés de 40 kg de chlorure de potassium (20 K₂O) dans la région de Parakou (tableau 59). Sur les terres de "barre" au Sud du Bénin, il est souhaitable d'apporter à l'hectare : 100 kg de phosphate d'ammoniaque, 100 kg de chlorure de potassium et 50 kg d'urée (40 N, 50 P₂O₅, 60 K₂O en kg/ha). Et dans la région de Damara, en Centrafrique : 50 kg de sulfate d'ammoniaque, 50 kg de phosphate d'ammoniaque, 50 kg de chlorure de potassium et 50 kg d'urée à l'hectare (43 N, 26 P₂O₅, 30 K₂O, 12 S en kg/ha) donnent les meilleurs rendements en fibre de roselle (tableau 60).

La réponse du kénaf et de la roselle aux engrais n'est pas uniforme pour toutes les zones de production (tableau 61). Le kénaf ne réagit pas aux éléments (N) (P₂O₅) (K₂O) sur les sols fertiles irrigués du Domaine de Dérouta au Maroc (142) et en Inde (61). L'apport d'azote semble inutile dans les terres humifères de Floride (149) et du Nord de l'Egypte (202). Cependant dans la plupart des cas, l'apport azoté se situe entre 40 et 60 kg/ha associé à des doses de P₂O₅ de 30 à 60 kg/ha. L'apport azoté ne dépasse les 100 kg/ha que sur les parcelles de cultures intensives des U.S.A. (91), d'Australie (188), du Sud de la France (130), de l'URSS (166, 168, 194) et de la Chine (141), les productions des tiges, à l'exception de celles de l'URSS et de la Chine, étant destinées à la fabrication de pâte à papier. Dans les sols de nombreux pays, l'apport du potassium n'est prévu que pour compenser les exportations des tiges ; par contre, Cuba (148), l'Egypte (202), El Salvador (131), l'Inde (147), le Nigeria (9, 22) et le Soudan (35, 232) n'en apportent pas, tandis que les terres de prairie de la région de Tashkent, déjà riches en potassium, reçoivent des doses dépassant les 100 kg/ha (166, 168). Le kénaf et la roselle réagissent dans le même sens aux fumures comprenant des oligo-éléments : zinc, cuivre, manganèse (101, 194), mais cette dernière manifeste un meilleur coefficient d'utilisation de l'apport azoté (160).

Tableau 57 - Rendements en fibre (%) pour des doses variables de 2 formules d'engrais successivement recommandées au Mali

Apports en éléments minéraux (kg/ha)					Rendement en fibre/ha				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	B ₂ O ₃	Nombre d'essais				
Formule 1 : 100 kg phosphate d'ammoniaque + 50 kg sulfate d'ammoniaque + 50 kg urée					4	16	7	9	3
0	0	0	0	0	63	69	61	56	62
32	52	0	12	0		96	94		91
55	52	0	12	0	1155	1503	1533	1312	1958
55	52	24	20	0			94		
55	52	24	8	0			102	100	
55	52	60	12	0					112
Formule 2 : 150 kg (14 N - 22 P - 12 K - 7 S - 2 B) + 50 kg urée					15	3	7	8	
0	0	0	0	0	60	57	68	63	
21	33	0	11	3	94				
44	33	0	11	3	93				
44	33	18	11	3	1242	1256	1582	1443	
51	44	24	15	4		102	107	112	
51	46	0	12	0				109	
74	44	24	15	4			110		

Tableau 58 - Arrière-effets sur la production de mil et de maïs d'une culture de kéraf ayant reçu des doses croissantes d'une formule FC (14 N - 22 P - 12 K - 7 S - 2 B) complétée d'un apport d'urée, exprimés en pourcentage du rendement (kg/ha) de la fumure recommandée (200 kg FC + 50 kg urée)

Apports 1978	Baramandougou 1		Baramandougou 2		N'Tarla	
	1978	1979	1978	1979	1978	1979
	Kéraf	Mil	Kéraf	Maïs	Kéraf	Maïs
Sans engrais	55	100	79	66	66	77
150 kg FC + 50 kg urée	98	104	94	89	90	90
150 kg FC + 100 kg urée	79	96	99	90	93	98
200 kg FC + 50 kg urée	1373	1125	2080	3067	2418	2216
200 kg FC + 100 kg urée	88	98	97	103	92	99

Tableau 59 - Rendement en % du témoin sans engrais (kg/ha = 100 %) des doses croissantes de la "formule coton-Borgou" complétée de 40 kg de chlorure de potassium (20-26-10-10-0,7) au Nord du Bénin

Fumure kg/ha)	Apports éléments kg/ha					Rendement fibre				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	B ₂ O ₃	1973	1974	1975	1976	Moyenne
Témoin	0	0	0	0	0	1547	1493	1408	968	100
50	10	13	5	5	0,5	109	108	-	-	109
100	20	26	10	10	0,7	114	108	115	-	112
150	30	39	15	15	1,0	129	125	126	119	124
200	40	52	20	20	1,5	141	128	131	132	133
250	50	65	25	25	1,7	-	-	-	132	-
300	60	78	30	30	2,0	-	-	-	145	-
C.V. %						15	17	14	16	
D.S. à P = 0,05						18	21	18	10	

Tableau 60 - Essai fumure de Damara (Centrafrique, 1975)

Situation	Apports en éléments (kg/ha)				Hauteur (cm)	Fibres	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S		kg/ha	%
Pas de fumure	0	0	0	0	125	397	36
Fumure-coton	40	0	0	6	180	787	70
Fumure-roselle	43	26	30	12	200	1117	100

Tableau 61 - Eléments minéraux (kg/ha) apportés sur les cultures de kénaf (K) et de roselle (R) des principaux pays producteurs ; (n) : référence bibliographique.

Pays		Sols	Espèces	Eléments minéraux apportés (kg/ha)				
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	B ₂ O ₃
Australie	(188)	argileux	K	200	23	0	15	-
Afrique du Sud	(72)	sablo-argileux	K	85	60	60	-	-
Bénin -Nord	(175)	sablo-argileux	R	40	52	20	20	1,5
- Sud	(175)	de barre	KR	40	50	60	-	-
Côte d'Ivoire	(129)	sablo-argileux	K	42	42	42	30	3
Cuba	(148)	argileux	K	67	134	0	-	-
	(212)	argileux	K	45	120	120	-	-
Egypte	(202)	alluvionnaire	K	19	0	0	-	-
	(104)	alluvionnaire	R	117	77	140	-	-
El Salvador	(131)	alluvionnaire	K	50	50	0	-	-
France-Sud	(130)	sablo-argileux	K	200	100	100	-	-
Inde	(147)	alluvionnaire	R	45	0	0	-	-
	(240)	sablo-argileux	K	18	36	27	-	-
Iran	(276)	sablo-argileux	K	40	45	24	-	-
	(89)	sablo-argileux	K	90	30	90	-	-
Mali	(23)	sablo-argileux	KR	55	52	0	12	-
	(94)	sablo-argileux	KR	44	33	18	11	3
Maroc	(142)	sablo-argileux	K	0	0	0	0	0
Nigeria	(9)	sablo-argileux	K	51	22	0	-	-
	(22)	sablo-argileux	K	75	30	0	-	-
R.C.A.	(45)	sablo-argileux	R	44	40	0	-	-
	(174)	sablo-argileux	R	44	26	30	12	-
Soudan	(35) (232)	argileux	K	43	0	0	-	-
Thaïlande	(89)	sablo-argileux	R	67	53	53	-	-
	(243)	sablo-argileux	R	40	40	25	-	-
URSS	(194)	de prairie	K	120	120	90	-	-
	(166)	de prairie	K	150	150	100	-	-
	(168)	de prairie	K	250	200	150	-	-
	(99, 100)	bruns	K	90	120	75	-	-
USA	(105)	sableux	K	67	90	45	-	-
	(91)	sableux	K	150	50	200	-	-
	(149)	humifères	K	0	50	150	-	-
Vietnam	(88, 91)	sablo-argileux	K	90	30	90	-	-
	(88, 91)	sablo-argileux	R	60	30	60	-	-

8.1.4. Mode d'application

Les phosphates solubles et les engrais potassiques sont généralement épandus au semis ou immédiatement avant, au moment de l'exécution des façons préparatoires du sol. Pour les engrais azotés, il est souvent proposé de faire un apport en deux fois : au semis et au moment de l'éclaircissage, une trentaine de jours après la levée, afin de limiter les pertes par lessivage.

En culture peu intensive, les épandages sont réalisés à la volée ou en "side-dressing" qui est une application en surface de part et d'autre de la ligne de semis avec un enfouissement par un binage, le "side-dressing" étant plus favorable à la production des tiges et des fibres (8). Le "side-dressing" peut être effectué mécaniquement par des épandeurs d'engrais jumelés avec les semoirs. Des gains de production de fibres ont été obtenus par des apports fractionnés d'azote en un ou deux enfouissements avant le semis, suivis de deux épandages en couverture en Ouzbékistan (256, 257) ou sous forme d'urée en pulvérisations foliaires à Taïwan (68) et en Egypte (106). Les essais conduits au Mali et en Côte d'Ivoire ne montrent pas de différences en faveur de l'apport fractionné de l'azote, la simplicité de l'application donnant l'avantage à l'apport "tout au semis" (93, 264, tableau 62).

Tableau 62 - Influence sur la production de fibre de kénaf des apports fractionnés d'azote.

Apports N (kg/ha) au		Mali	Côte d'Ivoire
Semis	30-40 j.	16 essais	1 essai
0	0	61 %	69 %
44-50	0	1179 kg/ha	1848 kg/ha
20-23	23	100 %	97 %

8.2. ENTRETIEN

L'enherbement est dans la pratique le principal facteur limitant du rendement des hibiscus textiles. Le kénaf, surtout les variétés à faible photopériode critique ainsi que la roselle sont peu couvrants pendant le premier mois de la culture et se défendent mal contre les mauvaises herbes même peu nombreuses (34, 211). Celles-ci doivent être détruites dès qu'elles sortent de terre pour éviter l'étouffement des jeunes plantules, limiter le détournement de la fertilisation à leur profit et éliminer un milieu favorable au développement du parasitisme sur les tiges et les feuilles. Ensuite, le plus souvent, la culture domine les adventices. Le sarclage comme l'emploi des herbicides réclame les semis en ligne.

8.2.1. Désherbage manuel

Sur les petites parcelles de culture familiale, au moins un désherbage par binage est nécessaire en début de végétation au moment où les jeunes plantules atteignent une quinzaine de centimètres de hauteur ; soit après la levée, environ 3 semaines pour la roselle et les variétés de kénaf entrant en floraison en jours inférieurs à 12 heures et de l'ordre d'une quinzaine de jours pour les variétés de kénaf fleurissant en jours moins courts. Un second sarclage, très désagréable à exécuter en raison des tiges plus ou moins pourvues d'épines, est indispensable pour la première catégorie de variétés qui ont un rythme de croissance plus lent et une durée de végétation plus longue.

Les adventices qui, en Côte d'Ivoire et au Bénin, se composent principalement de graminées annuelles de grande taille (*Pennisetum*, *Imperata*) et de Cypéracées notamment *Cyperus rotundus* L (84) provoquent, par réduction de la croissance des tiges et du nombre de plantes à l'hectare, des chutes de rendements importantes atteignant 70 à 80% dans les cas les plus défavorables (tableau 63). L'éclaircissage sur la ligne, pour obtenir une distance moyenne de 5 à 8 cm entre les plantes, s'effectue au moment du premier sarclage, en prenant soin de conserver les plantules les plus vigoureuses sans les traumatiser et les déchausser.

Tableau 63 - Influence du désherbage sur les rendements des hibiscus textiles

Situation	Côte d'Ivoire		Nord Bénin		Sud Bénin			
	Fibres		Fibres		Fibres		Plantes	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	Nb/ha	Hauteur
2 sarclages	829	100	1619	100	637	100	345 000	143
pas de sarclage	741	89	1177	72	242	38	321 000	121

L'entretien de grandes parcelles peut être :

- limité à un sarclage manuel ou mécanique, si la sole "hibiscus textiles" entre dans la rotation après la culture d'une plante sarclée avec une préparation soignée du lit de semences et une densité de semis voisine de 600 000 plants à l'hectare, en lignes espacées d'au moins 20 cm,
- ou supprimé, si aux conditions précédentes s'ajoute l'emploi d'un herbicide.

8.2.2. Désherbage chimique

L'implantation en 1967 de cultures de kénaf et de roselle sur des domaines agro-industriels en Côte d'Ivoire et au Bénin, ainsi que la production de semences sur des centres de multiplication au Mali ont conduit la recherche agronomique de ces pays à entreprendre une expérimentation sur le désherbage chimique (34, 264) . Il s'agissait de limiter la contrainte que représente la lutte contre les mauvaises herbes sur des centaines d'hectares, à une période de l'année où la main-d'oeuvre temporaire est occupée à la mise en place des cultures villageoises.

Dans les essais sur le kénaf comme sur la roselle (tableaux 64, 65 et chapitre 11.4 sur la production des graines), la "trifluraline" (nom commercial : Treflan 480 g m.a./l) à moins de 4 l/ha qui inhibe la germination des graines et le mélange "amétryne-prométryne" (Gesaten) qui bloque la photosynthèse des glucides, apparaissent comme les produits entraînant de faibles réductions de productions de fibres et de graines avec un effet herbicide appréciable à partir des doses respectives de 1,5 l/ha et 2 kg/ha. Ces produits sont utilisés, le premier en traitement de présemis (2 à 3 jours avant le semis) avec incorporation au sol à l'épandage en raison de sa volatilité et de sa sensibilité à la lumière (photolabile), et le second en traitement de post-semis. Les autres herbicides ayant un effet herbicide : alachlore (Lasso), diuron (Karmex) et fluométuron (Cotoran) provoquent des baisses de rendement de 20 à 50% pour les doses les plus faibles. Le glyphosate (Roundup) à 3,96 kg/ha, produit systémique de post-émergence agissant sur les parties chlorophylliennes de *C. rotundus* L. est dégradé très rapidement par la microflore du sol et n'est pratiquement pas absorbé par les racines de roselle 2 jours après l'épandage. La phytotoxicité constatée sur la croissance du kénaf ne se produit plus pour les semis effectués deux semaines après l'épandage du glyphosate (84, tableau 66).

Tableau 64 - Production de fibres de kénaf estimée en pourcentage du témoin (exprimée en kg/ha) et différents éléments du rendement

Produit commercial	Dose ha	Côte d'Ivoire			Bénin		
		2 essais : 1971 et 1972 (kénaf)			1 essai : 1971 (roselle)		
		Fibre kg/ha	% pertes plants	Hauteur cm	Fibre kg/ha	Hauteur cm	Adventices kg/ha
Témoin sarclé		1034	26	181	1375	215	-
Karmex	2 kg	121 %	38	172	10 %	262	1022
Gesaten	1,8 kg	123 %	23	181	95 %	229	188
	3,6 kg	108 %	28	184			
	5,4 kg	103 %	40	205			
Lasso	3 l	85 %	36	189	55 %	167	683
		1 essai : 1972 (kénaf)			2 essais : 1972 (roselle)		
Témoin sarclé		623	12	170	1128	181	-
Karmex	2 kg	142 %	31	154			
	4 kg	0 %	100	-			
Cotoran	2 kg	50 %	29	87			
	4 kg	0 %	100	-			
Gesaten	1,8 kg	157 %	15	175			
	3,6 kg	120 %	22	174			
	5,4 l	104 %	46	209			
Tréflan	1,5 l	135 %	10	188	78 %		197
	3,0 l	113 %	20	191	80 %		192
	4,5 l	100 %	23	202	68 %		180
Lasso	3,2 l	56 %	38	190			
	6,4 l	0 %	96	-			

Tableau 65 - Effets du Gesaten sur le rendement en fibre, la densité et la hauteur du kénaf (B652-38) en Côte d'Ivoire, 1974

Gesaten		kg m.a./ha	Rendement		Densité			Hauteur Plants cm
poudre	liquide		Fibre		levée /1000	% Pertes		
kg	l		kg/ha	%		3 semaines	Récolte	
2		1,6	1875	93	646	2,7	13,1	222
4		3,2	1460	72	578	16,4	38,1	197
6		4,8	1553	77	561	16,3	33,6	195
	3	1,5	1988	98	730	3,1	20,3	220
	6	3,0	1130	56	528	14,6	44,7	201
	9	4,5	958	47	425	32,2	52,1	205
Témoin sarclé			2027	100	730	3,5	22,0	224

L'action des herbicides, quand elle ne réduit pas de façon trop sensible les rendements en fibre ou en graines, se traduit par un ralentissement de la croissance pendant les 2 premières semaines de la végétation de la plante. A la fin du premier mois qui suit le semis, les plantules ont généralement récupéré et la hauteur finale des tiges à la récolte est rarement différente des plantes ayant subi le désherbage manuel. Par contre, les chutes de rendement sont en relation avec les réductions du nombre de plantules à la levée (comptage effectué 10 à 12 jours après le semis), la densité plus faible favorisant le plus souvent le développement en hauteur des tiges.

Il semble qu'une pluviométrie abondante et régulière au moment de l'épandage soit favorable aux actions herbicide et phytotoxique des produits de préémergence en traitement de pré-semis (tableau 67).

Tableau 66 - Influence du traitement glyphosate (3,96 m.a. kg/ha) sur la levée et la hauteur du kénaf et de la roselle en Côte d'Ivoire (1975) ; (T : témoin non traité, Gly : glyphosate)

Date du semis après l'épandage	Graines levées en % semées				Hauteur à 30 jours (cm)			
	Kénaf		Roselle		Kénaf		Roselle	
	T	Gly	T	Gly	T	Gly	T	Gly
2 jours	43,2	34,6	73,0	63,2	40,2	25,7*	19,2	19,1
8 jours	32,0	27,1	60,2	57,3	28,3	29,2	19,5	21,4
15 jours	23,1	21,7	36,4	39,2	34,6	35,3	22,3	23,1
30 jours	30,2	33,2	69,0	72,2	50,1	49,1	22,7	23,2
90 jours	47,7	46,2	67,4	71,8	40,5	41,3	24,7	26,2

* effet traitement significatif

Tableau 67 - Effet phytotoxique et pluviométrie pour des semis kénaf du 29 mai 1971 et 13 juin 1972

Traitement	Dose ha	Hauteur (cm)		Rendement fibre		Pluviométrie/décade (mm)		
		1971	1972	1971	1972	mois	1971	1972
Témoin		191	170	1446 kg/ha	623 kg/ha	Juin 1	11,0	11,5
Gesaten	1,8 kg	187	175	88 %	157 %	2	9,0	84,5
	3,6 kg	193	174	96 %	120 %	3	<u>39,0</u>	<u>22,2</u>
	5,9 kg	200	909	102 %	104 %	T	59,0	118,2
Karmex	2,0 kg	199	190	106 %	142 %	-----		
	4,0 kg	189	194	99 %	89 %			
	6,0 kg	200	183	45 %	74 %	Juillet 1	40,5	26,8
Lasso	3,2 l	187	159	114 %	56 %	2	38,5	33,3
	6,4 l	186	0	96 %	56 %	3	<u>72,2</u>	<u>39,3</u>
	9,6 l	204	0	80 %	0	T	<u>151,2</u>	<u>99,4</u>

Les essais de désherbage chimique réalisés en dehors de l'Afrique Occidentale ont été effectués exclusivement sur des semis de kénaf et montrent que peu de produits herbicides, à part la trifluraline, permettent de nettoyer les cultures sans leur causer de dommages. (84, 85, 92, 134).

L'obligation de contrôler les adventices dès leur apparition conduit à donner la préférence aux traitements de présemis :

- la trifluraline à des doses variant de 1000 à 2000 g m.a./ha est le produit le meilleur au Mali, en Côte d'Ivoire, au Bénin (33, 34, 264), au Ghana (164), en Tanzanie (170), en Inde (84), en U.R.S.S. (259), au Nebraska (53), en Caroline du Sud et au Maryland (280) et dans le Sud de la France (38, 130) ;
- d'autres produits dinitroaniliné à des doses variant de 500 à 200 g m.a./ha donnent des résultats satisfaisants, notamment la nitriline en Thaïlande (243), la dinitramine et l'oryaline en Tanzanie (170), en U.R.S.S. (156) et au New Jersey (143, 183) ;
- l'alachlore à 1500 g m.a./ha qui provoque des chutes de rendement au Mali et en Côte d'Ivoire (33, 34, 264) a été essayé avec succès au Ghana (164), au Nigéria (159), en Inde (84) et au New Jersey (183) ;
- le monuron, le diuron et le fluometuron ont une phytotoxicité variable en Afrique occidentale (33, 34), en Tanzanie (170), en France (73) et en Ouzbékistan (196, 258).

En traitements de postsemis :

- le fluorodifène à 100 g m. a./ha en culture pluviale (42, 84) ou de 1500 à 3000 g m.a./ha en culture irriguée en Tanzanie (170) donne de bons résultats ;
- il en est de même pour le chlortal-diméthyl à 3800 g m.a./ha en Thaïlande et en Ouzbékistan à 600 g m.a./ha (196) ;
- la prométryne a été testée avec succès, seule à 2500 g m.a./ha en Ouzbékistan (196), et à 750 g m.a./ha associée à 1200 g m.a./ha d'amétryne (Gesaten) en Côte d'Ivoire (34, 264).

En doubles traitements :

- la trifluraline à 800 g m.a./ha avant le semis suivie de bentazone à 1500 g m.a./ha après le semis ont donné de bons résultats au Nigéria (69) ;
- la trifluraline à 1500 g m.a./ha juste avant le semis puis 2000 g m.a./ha de fluorodifène dès le semis ont été expérimentés sur des cultures irriguées en Tanzanie (171) ;
- le dalapon à 3,5 kg m.a./ha en automne avant les labours et 1500 g m.a./ha de prométryne au printemps sur les semis ont été essayés en Ouzbékistan (199) ;
- et la trifluraline à 800 g m.a./ha avant les semis associée à 4,5 l/m.a./ha pendiméthaline (dinitro-aniline) après les semis est le double traitement recommandé en Australie (188).

8.3. DEFENSE DES CULTURES

Les attaques des maladies et des ravageurs sur les tiges ont des conséquences directes et graves, tandis que la destruction des feuilles et des premières fleurs au moment de la coupe n'a pas d'importance pratique quand le but de la culture est de produire de la fibre.

8.3.1. Maladies

L'agriculteur est assez démuni devant les dégâts causés par le chancre du collet de la roselle, l'anthracnose et les nématodes du kénaf. La lutte fongicide n'est pas envisageable économiquement contre le chancre du collet et l'anthracnose et seul l'emploi de nématicides est possible dans le cas de hauts rendements (37, 1^{ère} partie : 4.1 et 4.2 p.43 et p.48).

A part la désinfection des semences avec des produits organo-mercuriques ou du thirane contre les pythiacées et les spores de *Colletotrichum* afin de réduire la dissémination des maladies, l'infection primaire et les fontes de semis, la meilleure sécurité réside dans une bonne application des pratiques culturales, notamment en détruisant les débris de tiges dans les champs et en effectuant une rotation sur plusieurs années (1^{ère} partie, tableau 26, p.45).

Ce préalable réalisé, la lutte doit essentiellement s'orienter vers la culture de variétés résistantes, qui sont le plus souvent à créer. Si l'agriculteur peut choisir une variété de kénaf résistante à l'anthracnose ou espérer sa sélection quelle

que soit la zone de culture, son choix reste limité, avec plus ou moins de succès, à l'espèce *H. cannabinus* pour la résistance au chancre du collet et à l'espèce *H. sabdariffa* pour la résistance aux nématodes.

Divers champignons : *Phoma sabdariffa* et *Macrophomina phaseoli* en Afrique et *Botrytis cinerea* dans le Sud de la France provoquent certaines années des dégâts sur les feuilles et les tiges qui, jusqu'à présent, n'ont pas d'importance économique.

8.3.2. Ravageurs

La protection des cultures de kénaf et de roselle en Afrique par des traitements insecticides a été peu pratiquée. Cependant, ces traitements augmentent la production de fibres à l'hectare en limitant la perte des plantes et la réduction de la masse foliaire pendant la croissance des tiges.

Les semences des hibiscus dès leur mise en terre attirent les *Dysdercus* et autres punaises ainsi que les fourmis, les premières provoquant par leurs larves de nombreuses piqûres et les secondes déterrants les graines germées et les jeunes plantules. Au moment du labour, il est recommandé d'ouvrir les fourmilières voisines de la parcelle et de les traiter.

Sur les feuilles, dès la levée, des altises variées dont deux espèces du genre *Podagrica* à élytres jaunes ou bleues avec des reflets brillants trouent le limbe. Des attaques répétées freinent la croissance des plantes. Jusqu'aux années 1970, 1 ou 2 traitements étaient effectués suivant les besoins avec 0,5 l Endrine-DTT (8 et 40 %), Endosulfan-DTT (20 et 35 %), ou Phosalone-DTT (20 et 30 %) dans 15 litres d'eau. HCH était préféré contre les *Dysdercus*. Ces dernières années il est recommandé d'utiliser methidathion (ultracide) à 300 g de m.a./ha, ou cyperméthrine à 35-40 g m.a./ha, ou encore méthylparathion à 300 g m.a./ha.

Divers autres insectes provoquent de légers dégâts. *Syagrus* (famille des *Eumolpides*) sous forme adulte est un phyllophage de peu d'importance, mais la larve en coupant les grosses racines provoque un flétrissement souvent accentué par une infection cryptogamique secondaire. Un charançon du genre *Alcidodes* ronge les tiges suivant une gouttière circulaire qui se boursoufle et laisse sortir les fibres cisailées, la plante se cassant à ce niveau sous l'effet du vent. De petits *Apion* noirs sont communs, mais peu nocifs pour les feuilles.

8.4. RENDEMENT ET CROISSANCE

Dans tous les essais réalisés pour préciser l'essentiel des connaissances techniques favorisant l'obtention de rendements élevés en fibres de qualité, de 800 à plus de 1500 kg/ha en Afrique et souvent supérieurs à 2 tonnes/ha en Asie et en U.R.S.S. (33, 45, 91, 93, 142, 175), la production à l'hectare est le plus souvent accompagnée d'observations effectuées avant ou au début de la floraison concernant la hauteur des tiges, le nombre de plants restant à l'hectare et beaucoup plus rarement du diamètre de la base de la tige. Les informations sur la croissance des hibiscus textiles pour des densités de semis connues ont servi :

- à l'estimation de corrélations entre, d'une part, le rendement à l'hectare en tiges ou en fibres et d'autre part :
 - la hauteur et le diamètre des tiges de roselle (238) et de kénaf (80, 140, 146, 241, 261b, 280a, 290)
 - la densité de semis de roselle (153) et de kénaf (140, 192, 261b)
 - et le développement foliaire (261b, 280a)
- et à l'établissement de régressions simples et multiples pour prédire des rendements en tiges (187) ou en fibres (173)

Les observations effectuées au Mali, en Côte d'Ivoire et au Bénin qui ont porté sur 4 variétés de kénaf ayant pratiquement la même photopériode critique et 2 variétés de roselle, ont permis de mettre en évidence les influences des variétés, des zones de cultures et du nombre de plantes sur le rendement en fibres et d'établir des formules de prédiction des rendements, en vue de l'estimation de la production en fibres d'une zone de culture.

8.4.1. Influence des variétés

Le rendement en fibres à l'hectare des variétés de l'espèce *H. cannabinus* L. est plus influencé par le développement en hauteur que celui des variétés de roselle, la densité à la récolte intervenant chez les variétés de kénaf surtout en dessous de 400 000 plantes à l'hectare (tableau 68).

Tableau 68 - Influence variétale estimée à partir de (n) observations

Variété ou espèce	n	Observations			Corrélations			
		Rendement kg/ha = (R)	Hauteur cm = (H)	Densité 1000/ha = (D)	simples			multiples r (R/H/D)
					r (R/H)	r (R/D)	r (H/D)	
<i>H. cannabinus</i>								
Soudan P	78	1468 ± 33	216 ± 3	435 ± 13	0,793	-0,041	-0,102	0,794
BG 52-1	23	1390 ± 99	198 ± 9	372 ± 30	0,903	0,406	0,215	0,929
BG 52-71	61	1588 ± 53	224 ± 3	372 ± 8	0,771	0,501	0,282	0,826
BG 52-38	35	1411 ± 93	199 ± 8	420 ± 15	0,899	0,245	0,001	0,922
Kénaf 129	44	1616 ± 54	219 ± 5	403 ± 14	0,821	0,077	-0,081	0,833
Cuba 108	63	1211 ± 53	180 ± 4	415 ± 17	0,826	-0,233	-0,368	0,829
<i>H. sabdariffa</i>								
Pawkeo	208	1651 ± 38	210 ± 3	471 ± 12	0,598	0,133	-0,412	0,729
THS 22	60	1632 ± 66	228 ± 4	447 ± 28	0,580	0,713	0,154	0,857
Kénaf	304	1445 ± 25	208 ± 2	408 ± 7	0,826	0,002	-0,137	0,835
Roselle	258	1637 ± 35	213 ± 2	465 ± 11	0,579	0,276	-0,281	0,738

8.4.2. Influence de la zone de culture

Les variétés de kénaf et de roselle ont un comportement semblable au Nord du Mali et au Nord du Bénin (tableau 69). Les rendements en fibres à l'hectare dans ces zones à une seule saison de pluies se terminant courant septembre ou début octobre sont liés, d'une part, positivement à la croissance en hauteur des plantes et, d'autre part, négativement à la densité dans les limites de 300 000 à 600 000 plantes à l'hectare. Par contre, dans les zones à plus longue saison des pluies, la production dépend essentiellement de la croissance en hauteur, une densité élevée pouvant avoir une influence favorable surtout pour la roselle.

Cela signifie que dans les zones à courte durée de végétation, l'accroissement du rendement en fibres à l'hectare du kénaf et de la roselle dépend principalement de la croissance en hauteur pour une densité à la récolte de 350 000 à 400 000 plantes à l'hectare, tandis que dans les zones à plus longues saisons des pluies, une densité plus élevée de 500 000 à 600 000 plantes à l'hectare est favorable au rendement.

Tableau 69 - Influence des zones de culture

Variété ou espèce	n	Observations			Corrélations			
		Rendement kg/ha = (R)	Hauteur cm = (H)	Densité 1000/ha = (D)	simples			multiples r (R/H/D)
					r (R/H)	r (R/D)	r (H/D)	
<i>H. cannabinus</i>								
Mali Nord	47	1788 ± 42	230 ± 4	408 ± 13	0,759	-0,601	-0,569	0,787
Mali Sud	138	1569 ± 29	224 ± 2	420 ± 8	0,701	0,140	-2,224	0,764
Côte d'Ivoire	76	1226 ± 52	179 ± 4	436 ± 14	0,850	-0,059	-0,242	0,864
Bénin Nord	18	1138 ± 48	195 ± 5	375 ± 26	0,716	-0,694	-0,759	0,752
Bénin Sud	25	1041 ± 60	161 ± 5	271 ± 17	0,813	-0,093	-0,298	0,828
<i>H. sabdariffa</i>								
Mali Sud	85	1454 ± 43	215 ± 4	414 ± 15	0,582	0,305	-0,430	0,847
Côte d'Ivoire	94	1855 ± 61	214 ± 4	613 ± 16	0,454	0,325	-0,175	0,612
Bénin Nord	51	1908 ± 60	240 ± 3	317 ± 9	0,815	-0,510	-0,475	0,827
Bénin Sud	38	1210 ± 63	183 ± 5	416 ± 28	0,501	0,474	-0,237	0,789
Kénaf	304	1445 ± 25	208 ± 2	408 ± 7	0,826	0,002	-0,137	0,835
Roselle	258	1637 ± 35	213 ± 2	465 ± 11	0,579	0,276	-0,281	0,738

8.4.3. Influence du nombre de plantes à l'hectare

D'une façon générale, pour le kénaf, le nombre de plantes à l'hectare est le facteur essentiel de production pour des densités inférieures à 250 000 plantes à l'hectare, puis il devient négligeable par rapport à la hauteur pour des densités supérieures (tableau 70). Par contre, pour la roselle c'est aux densités élevées que le nombre de plantes est le plus lié au rendement en fibre à l'hectare, bien que la diminution de la hauteur soit souvent importante au-dessus de 500 000 plantes à l'hectare. Ces résultats sur la roselle confirment ceux obtenus à Bambari (en Centrafrique) (tableau 71), notamment pour les densités de semis élevées (153).

Tableau 70 - Influence de la densité de plantation

Tranche de densité 1000/ha	n	Observations			Corrélations			
		Rendement kg/ha = (R)	Hauteur cm = (H)	Densité 1000/ha = (D)	simples			multiples r (R/H/D)
					r (R/H)	r (R/D)	r (H/D)	
<i>H. cannabinus</i>								
D 250	8	1344 ± 67	195 ± 9	152 ± 8	0,329	0,789	-0,174	0,846
250 D 400	158	1423 ± 35	209 ± 3	337 ± 3	0,843	0,230	0,065	0,861
400 D 550	98	1539 ± 43	213 ± 3	460 ± 4	0,859	-0,056	-0,084	0,859
550 D 700	40	1343 ± 50	189 ± 4	606 ± 6	0,810	-0,178	-0,355	0,818
<i>H. sabdariffa</i>								
D 250	15	1030 ± 75	218 ± 8	199 ± 16	0,632	0,107	-0,569	0,849
250 D 400	102	1632 ± 51	228 ± 4	316 ± 3	0,779	-0,017	-0,026	0,779
400 D 550	65	1494 ± 45	211 ± 4	473 ± 6	0,747	-0,089	-0,350	0,769
550 D 700	59	1999 ± 63	202 ± 3	631 ± 5	0,645	0,308	0,150	0,679
D >700	27	1641 ± 142	199 ± 9	803 ± 16	0,781	0,630	0,518	0,825
Kénaf	304	1445 ± 25	208 ± 2	408 ± 7	0,826	0,002	-0,137	0,835
Roselle	258	1637 ± 35	213 ± 2	465 ± 11	0,579	0,276	-0,281	0,738

Tableau 71 - Essais de densité de semis à Bambari (RCA)

1951			1952			
Densité de semis	Hauteur tiges cm	Rendement fibres kg/ha	Densité de semis	Hauteur tiges cm	Rendement fibres kg/ha	Corrélations entre densité et
4 000 000	170	1903	2 500 000	120	1183	Hauteur = - 0,93
1 000 000	206	2077	1 000 000	140	1082	Diamètre = - 0,70
250 000	234	1386	740 000	148	998	Fibres = + 0,71
222 000	257	1578	660 000	156	879	
111 600	289	1503				

8.4.4. Prédiction des rendements en fibres sèches

L'estimation des corrélations précédentes conduit à établir des formules de prédiction des rendements pour chaque espèce suivant les variétés, les zones de culture et des classes de densité.

Dans les régressions multiples faisant intervenir la hauteur, la densité de plantation apporte toujours un plus dans le pourcentage de la variance expliquée (tableau 72) :

- faible pour les variétés de kénaf et important pour celles de roselle,
- et toujours très important pour les densités inférieures à 250 000 plantes à l'hectare.

Tableau 72 - Formules de prédiction des rendements en fibres sèches à l'hectare suivant les variétés, les zones de culture et les densités de plantation

	Classement	n	Régressions simples	% variance expliquée	Régressions multiples	% variance expliquée
K E N A F	<i>H. cannabinus</i>	304	- 489,19 + 9,31H	68,3	- 699,52 + 9,49H + 0,42D	69,6
	Soudan P	78	- 312,74 + 8,25H	62,8	- 366,80 + 8,29H + 0,10D	63,0
	BG 52-1	23	- 508,37 + 9,57H	81,6	- 682,35 + 9,07H + 0,74D	86,3
	BG 52-71	61	- 1358,21 + 13,10H	68,2	- 1777,28 + 11,63H + 2,02D	68,8
	BG 52-38	35	- 773,58 + 10,96H	59,5	- 1412,06 + 10,96H + 1,52D	68,2
	Kénaf 129	44	- 254,34 + 8,52H	67,3	- 508,68 + 8,65H + 0,56D	69,4
	Cuba 108	63	- 546,87 + 9,76H	79,0	- 716,21 + 10,12H + 0,25D	85,0
	Mali Nord	47	- 226,47 + 8,54H	57,6	484,07 + 6,94H - 0,82D	61,9
	Mali Sud	138	- 620,04 + 9,79H	49,2	- 1314,45 + 10,76H + 1,13D	58,4
	Côte d'Ivoire	76	- 715,22 + 10,83H	72,3	- 1048,93 + 11,31H + 0,57D	74,6
	Bénin Nord	18	- 216,33 + 6,96H	51,3	542,54 + 4,34H - 0,66D	56,6
	Bénin Sud	25	- 524,16 + 9,70H	66,1	- 773,11 + 10,27H + 0,58D	68,5
	D < 250	8	852,86 + 2,52H	10,8	- 519,74 + 3,68H + 7,55D	84,6
	250 - 400	158	- 544,55 + 9,40H	71,0	- 1187,34 + 9,27H + 1,99D	74,1
	400 - 550	98	- 752,34 + 10,75H	73,8	- 839,48 + 10,77H + 0,18D	73,8
	550 - 700	40	- 381,47 + 9,11H	65,4	- 1102,10 + 9,61H + 1,03D	67,0
R O S E L E	<i>H. sabdariffa</i>	268	- 245,55 + 8,82H	33,5	- 1359,79 + 10,86H + 1,45D	54,4
	Pawkeo	208	- 263,59 + 9,08H	35,8	- 1572,38 + 11,94H + 1,50D	53,1
	THS 22	50	- 532,69 + 9,49H	33,6	- 845,40 + 7,88H + 1,52D	73,4
	Mali Sud	85	- 34,76 + 6,94H	33,9	- 1617,74 + 10,43H + 2,02D	71,7
	Côte d'Ivoire	94	212,62 + 7,68H	20,6	- 1018,15 + 8,95H + 1,57D	37,4
	Bénin Nord	51	- 1733,93 + 15,15H	66,4	- 1068,92 + 13,75H - 1,03D	68,4
	Bénin Sud	38	113,32 + 6,00H	25,1	- 790,60 + 7,79H + 1,30D	62,2
	D < 250	15	- 257,33 + 5,91H	39,9	- 1684,57 + 9,57H + 3,16D	72,1
	250 - 400	102	- 768,36 + 10,51H	60,7	- 779,80 + 10,52H + 0,04D	60,7
	400 - 550	65	- 299,16 + 8,52H	41,6	- 1128,14 + 9,31H + 1,40D	46,1
	550 - 700	59	- 647,61 + 13,07H	39,8	- 2193,01 + 12,41H + 2,66D	47,5
	D > 700	27	- 921,81 + 12,88H	61,1	- 2555,64 + 10,26H + 2,69D	68,0

L'estimation du rendement en fibres sèches calculée pour 27 champs dans la zone nord du Mali, en 1974, par la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (C.M.D.T.) à partir des moyennes générales de la hauteur et de la densité observées pour 5 échantillons de 1 m² par champ, est identique à la moyenne des rendements obtenus à l'achat des fibres (tableau 73) avec :

- 10 champs ayant une estimation supérieure de 15 à 40%
- et 5 champs manifestant une estimation inférieure de 15 à 40%.

Il apparaît que l'époque de la prise des observations est très importante et doit se situer le plus près possible de l'entrée en floraison du kénaf cultivé.

Tableau 73 - Estimations du rendement en fibre à l'hectare du kénaf, dans 27 champs de la zone nord du Mali

Observations	R (kg/ha) = 9,49 H (cm) + 0,42 D (1000) - 699,52			
	Supérieures	Egales	Inférieures	Moyennes
Nombre champs	10	12	5	27
Date de semis	7/07	7/07	6/07	7/07
Epoque observations	9/09	8/09	29/08	5/09
Hauteur (cm)	194	171	162	178
Densité (1000)	487	512	522	505
Rendement estimé (kg)	1361	1124	1029	1219
obtenu (kg)	1030	1187	1238	1212
Différence (kg)	+ 331	- 63	- 209	+ 7
(%)	+ 24	- 5	- 17	=

8.4.5. Influence du diamètre de la tige

De nombreux chercheurs ont observé un paramètre supplémentaire en considérant le diamètre des tiges, généralement pris à la base des tiges (tableau 74). Ce paramètre, qui est toujours lié positivement de façon statistiquement significative à la hauteur et à la densité, améliore le pourcentage de la variance expliquée dans l'estimation du rendement. Cependant, en raison de la lenteur de la mesure à effectuer à l'aide du pied à coulisse, ce caractère n'a pas été pris en considération dans l'étude précédente de la précision des rendements en culture paysanne. Des corrélations simples ont été mises en évidence entre le rendement du kénaf et le nombre de feuilles (261b, 280a).

Tableau 74 - Corrélations entre le rendement en fibres sèches (R), la hauteur (H) et le diamètre des tiges (\emptyset)

Espèce	Zone de culture	Corrélations			
		\emptyset/H	\emptyset/R	H/R	$\emptyset/H/R$
Kénaf	Daecz, Bengladesh, 1950 (88)	0,64**	0,65**	0,80**	0,81**
	Lake Worth, USA, 1962 (261b)	0,88**	0,94**	0,86**	0,94**
	Ganisville, USA, 1965 (91)	0,83**	0,47*	0,42*	0,83**
	Belleglade, USA, 1965 (91)	0,74**	0,52**	0,84**	0,84**
	1970 (140)	-	0,23*	0,50**	-
	1974 (261b)	-	0,86**	0,83**	-
Roselle	Inde 1961 (238)	-	0,96**	0,93**	-

IX. PRODUCTION DES TIGES

C) RECOLTE

La récolte des tiges destinées à l'obtention de la filasse textile de bonne qualité consiste à couper les tiges au début de la mise à fleur (28b, 88, 89, 156b) et à les préparer pour le rouissage sous la forme soit de tiges entières ou de lanières d'écorce, détachées du cylindre central du bois.

9.1. EPOQUE DE LA COUPE

En constatant que pour obtenir une fibre de qualité, il est recommandé de couper les tiges de kénaf et de roselle au moment de l'apparition des 5 à 8 premières fleurs (paragraphe 2.5.2, page 27 de la première partie), et que pour produire le plus fort rendement en fibres, il est conseillé de choisir des variétés dont la "photopériode critique" coïncide avec l'installation de la saison sèche ou l'apparition de basses températures (paragraphe 3.2, page 37 de la première partie), il est donc souhaitable que l'époque de la coupe des tiges débute au moment de la "photopériode critique", si possible avec les variétés de kénaf ayant 90 à 120 jours de végétation et des variétés de roselle semées depuis 120 à 140 jours (paragraphe 7.3.1 de la deuxième partie).

Cependant, dans de nombreux cas, la coupe est retardée ou étalée dans le temps, le plus souvent de 2 à 3 semaines afin soit de faciliter l'organisation des travaux aux champs ou soit de bénéficier d'une augmentation de production, notamment au Soudan (233, 234), en Inde (206, 240b), en Egypte (184) et en Italie (202). Cette augmentation du rendement en fibres a dépassé les 30 % au Congo et en Côte d'Ivoire (tableaux 75 et 76 ; 19, 129). Elle est principalement en relation avec l'accroissement du diamètre de la tige, le léger allongement de la tige n'intéressant pratiquement que le bouquet terminal, très pauvre en fibres utiles. Il est fortement déconseillé pour la qualité de la fibre de retarder la période de coupe jusqu'à la maturation des capsules, comme en El Salvador (91) et en Centrafrique (33). L'étalement de la coupe ne doit pas dépasser 2 à 3 semaines après l'entrée en floraison (pleine floraison), pour éviter d'obtenir des fibres plus grossières et moins résistantes (tableau 76bis ; 132, 142).

Tableau 75 - Rendement en fibres de kénaf en fonction de la période de coupe à Madingou (Congo 1955)

Epoque de coupe	Nombre de fleurs	Hauteur cm	Rendement en fibres		% Fibres de l'écorce
			kg/ha	%	
Floraison (103 ^{ème} jour)	< 10	188	1580	100	48,6
Floraison + 10 jours	< 20	219	2025	128	46,9
Floraison + 20 jours	< 30	229	2064	131	48,5
Floraison + 30 jours	< 40	233	2068	132	51,3
Floraison + 40 jours	< 50	243	1983	126	49,1
Floraison + 50 jours*	> 50	251	1683	107	49,4

* ouverture de la première capsule.

Tableau 76 - Rendement en tiges et fibres de kénaf suivant la période de coupe en Côte d'Ivoire (1974)

Epoque de coupe		Biomasse		Fibres	
		t/ha	%	kg/ha	%
10/08	15 jours avant la floraison	16,2	81	760	64
26/08	Floraison	19,9	100	1067	100
12/09	Floraison + 16 jours	22,2	112	1617	137
2/10	Floraison + 36 jours	17,7	89	1242	116

Tableau 76bis - Epoque de coupe du kénaf et technologie* de la filasse

Zones de culture		Début floraison			Pleine floraison		
		Finesse Nm	Ténacité Km	Indice rigidité	Finesse Nm	Ténacité Km	Indice rigidité
Tchad	1952	135	31	2,02	130	27	2,14
	1953	311	44	1,73	214	44	1,74
Maroc	1956	212	20	1,74	176	23	1,84
	1958	246	28		212	27	
		230	28		210	28	
		245	30		211	27	
		229	28		195	26	
Maroc	1959	235	23		215	24	
		250	25		190	27	
		215	31		195	27	

* définitions des caractéristiques technologiques estimées : chapitre 10.5 p. 135

9.2. COUPE DES TIGES

En culture manuelle, la coupe est réalisée au moyen de machettes entre 5 et 10 cm au-dessus du sol, ce qui permet de débarrasser la tige de la partie grossière de la base. Il est recommandé aussi d'étêter sur 20 à 30 cm, les sommets étant pauvres en fibres utilisables. Quelquefois les cultivateurs arrachent les tiges au lieu de les couper comme c'était la coutume chez les Samonos au Mali. Dans ce cas, il est conseillé de couper ensuite les tiges soit au niveau du collet plutôt que de rouir la plante entière avec les racines entraînant un rouissage non uniforme, soit à 30 cm au-dessus du collet afin d'obtenir des "cuttings" quand la commercialisation est prévue. Si l'écorçage manuel des tiges est pratiqué comme à Taïwan, le dégagement et la saisie des lanières d'écorce sont facilités par une coupe en biseau sur 5 à 10 cm.

La coupe mécanique est réalisable entre 10 et 20 cm au-dessus du sol avec des faucheuses botteleuses (Testoni, Castel Maggiore, Bologne - Italie) ou des faucheuses-lieuses (Testoni ou Seiga, Copenhague - Danemark) sans noueurs équipés ou non d'une seconde barre de coupe pour les extrémités des tiges. Elles ne donnent pas toujours des résultats satisfaisants en terrains lourds, humides et non parfaitement planés, avec un rendement atteignant rarement un hectare à l'heure.

Des essais sur la hauteur de coupe réalisés en Côte d'Ivoire (129) et au Mali (96) ont permis d'évaluer les restitutions au sol dont une partie peut être considérée comme une perte en fibres de qualité moyenne (tableaux 77, 78 et 79). En biomasse (tiges + feuilles) non séchée, les restitutions au sol atteignent 15 à 20 % pour une hauteur de coupe de 10 cm et 20 à 30 % pour une coupe à 20 cm dont 10 % environ sont attribuables aux racines. En fibres utilisables en sacherie, les pertes à 10 et 20 cm de hauteur de coupe s'élèvent respectivement à 9 et 23 %.

Tableau 77 - Influence de la hauteur de coupe sur le rendement en tiges non effeuillées des hibiscus textiles (Côte d'Ivoire, 1975)

Coupe	Kénaf		Roselle	
	t/ha	Pertes %	t/ha	Pertes %
ras du sol	47,1	-	73,6	-
10 cm du sol	31,7	32,7	60,8	17,4
20 cm du sol	27,2	42,3	50,6	31,3

Tableau 78 - Influence de la hauteur de coupe sur le rendement en tiges de kénaf non effeuillées (Mali, 1977)

Coupe	Biomasse			Pertes Tiges %	Restitution au sol	
	Racines	Pieds	Tiges		t/ha	% biomasse
	t/ha	t/ha	t/ha			
ras du sol	8,2	-	68,9	0,0	8,2	10,6
10 cm du sol	8,2	3,5	65,4	5,1	11,7	15,2
20 cm du sol	8,2	6,3	62,6	9,1	14,5	18,8
30 cm du sol	8,2	13,0	55,9	23,3	21,2	27,5

Tableau 79 - Production de fibres de kénaf suivant la hauteur de coupe (Mali, 1977)

Coupe	Pieds	Tiges	Pertes
	t/ha	t/ha	%
ras de sol	-	3,64	0,0
10 cm du sol	0,31	3,33	8,6
20 cm du sol	0,84	2,80	23,2
30 cm du sol	0,97	2,67	26,5

9.3. CONDITIONNEMENT DES TIGES

Les tiges coupées ne subissant pas l'écorçage sont étalées à terre pendant 2 à 5 jours (photo 29), ce qui permet la défoliation naturelle et facilite la défoliation manuelle qui, en pourcentage de la biomasse, représentent de l'ordre de 30 à 20 % respectivement pour le kénaf et la roselle (tableau 15 p. 24 de la 1^{ère} partie). Ensuite elles sont groupées en bottes de 20 à 25 cm de diamètre, liées avec des lanières d'écorce car elles ne sont pas généralement assez sèches pour être mises en tas sans risque de fermentation. Le poids des tiges diminue de plus de 60 % en moyenne, l'humidité restante des tiges atteignant environ 20 % (tableau 80). Les bottes peuvent être conservées à l'ombre deux ou trois mois, de préférence dressées en "chapelle", avec changement de place de temps en temps pour assurer une conservation homogène et éviter les attaques des termites et le développement des moisissures. Au-delà, le rouissage deviendra délicat à réaliser et les fibres perdront leur résistance à la suite de transformations chimiques internes. Dans tous les cas, le séchage entraîne une chute de rendement en fibre de 10 à plus 30 % (tableau 81).

Tableau 80 - Séchage des tiges effeuillées

Espèce/Lieu/Année		Tiges fraîches t/ha	Tiges séchées				Pertes %		Humidité des tiges séchées à l'air
			air		étuve		en humidité		
			t/ha	%	t/ha	%	air	étuve	
Kénaf									
Bénin	1974	35,0	7,7	22,0	-	-	78,0	-	-
Montpellier	1980	57,0	22,7	39,8	17,3	30,4	60,2	69,6	24 %
	1982	52,0	20,8	39,9	18,9	36,3	60,1	63,7	9 %
	1983	55,4	13,1	23,6	10,7	19,3	76,4	80,7	18 %
	1984	38,0	24,5	64,5	18,9	49,7	35,5	50,3	23 %
Roselle									
Bénin	1974	39,0	12,9	33,1	-	-	66,9	-	-



Photos 29 — Coupe des tiges de kénaf.
(Photos : J. BOULANGER, IRCT Mali, 1972).



Tableau 81 - Rendement en fibres après rouissage des tiges vertes (V) ou séchées à l'air (S) (Sekou, Bénin, 1974)

Espèce	Date		Rendement en fibres			Fibres en % de tiges vertes récoltées	
	Semis	Récolte	V	S	Pertes	V	S
			kg/ha	kg/ha	%		
Kénaf (Kénaf 129)	28/3	16/7	1885	1426	24	5,13	3,88
	27/4	26/7	1758	1408	20	5,14	4,12
	25/6	8/10	552	501	9	3,08	2,80
Roselle (THS 22)	28/3	18/10	2139	1624	24	4,94	3,75
	27/4	18/10	1805	1548	14	5,19	4,45
	24/5	18/10	1622	1526	6	3,90	3,67
	15/6	7/11	953	610	36	6,27	3,98

9.4. OBTENTION DES LANIERES

Le rouissage direct des tiges en bottes est le mode d'extraction de la fibre le plus couramment utilisé. Cependant, depuis les temps les plus reculés, les paysans asiatiques et africains, dans les régions où l'eau est rare et souvent éloignée des lieux de culture (manutention, encombrement, transport), rouissent des lanières d'écorce de tige de diverses plantes à fibres longues. En culture paysanne comme en production mécanisée, l'obtention des lanières d'écorce de kénaf et de roselle pose de nombreux problèmes qui ne sont toujours pas résolus de manière satisfaisante.

9.4.1. Ecorçage manuel

Le paysan obtient des lanières en écrasant la base de la tige verte avec un maillet ou en fendant longitudinalement la tige en deux, partiellement ou complètement, puis en détachant l'écorce par traction après un blocage au sol du cylindre central de bois (photo 30). A Hangzhou (Province de Zhe Jiang) en Chine, l'agriculteur casse la tige au tiers supérieur et décolle à la main d'abord l'écorce de ce tiers puis les deux tiers inférieurs jusqu'aux racines (photo 31).

Le décollement de l'écorce est facilité, sans gain de temps appréciable, par l'introduction entre l'écorce et le bois, d'un outil qui peut être un bout de fer à béton fixé à un pieu, un cadre en bois ou métallique planté dans le sol, soit encore un moyeu de bicyclette fixé à un fer cornière (NASSE au Nigeria et Cameroun, 1973-74) ou placé sur un support en U de fer cornière (DINH et DETERVES au Mali, 1975 ; GOUTHIERE en Centrafrique, 1975). Le cadre guide la tige qui glisse sous l'effort produit pour détacher les écorces du bois, en partant de la base des tiges écrasées ou tout simplement coupées en biseau (décorticage type taïwan ou thaïlandais).

D'une façon générale, un paysan, en une journée de travail de 8 heures, écorce de 100 à 200 kg de tiges vertes et obtient 30 à 60 kg de lanières vertes donnant 4 à 10 kg de fibres sèches, la méthode dite de "taïwan" étant la plus rapide. Plus les tiges sont grosses, plus le décorticage est rapide, par contre le rendement en fibre est plus faible (tableau 82). C'est la méthode entièrement manuelle qui provoque le moins de pertes en fibres qui peut atteindre jusqu'à 30 % par rapport au rouissage des tiges fraîches suivant, d'une part, le temps écoulé entre la coupe et l'écorçage (tableau 83) et d'autre part, la période de coupe définie par l'âge physiologique de la plante et le climat (tableau 84). L'écorçage pour les deux espèces est relativement aisé, avec pratiquement pas de pertes en fibres, s'il intervient moins de deux heures après la coupe et, surtout, si cette dernière est effectuée en saison des pluies sur des plantes encore gorgées de sève avant l'entrée en floraison (début septembre au Sud du Mali et au Nord de la Côte d'Ivoire). Par contre, il est difficile d'obtenir un bon séchage des lanières.



Photos 30 — Ecorçage manuel du kénaf pour la production de lanières.

(Photos : J. BOULANGER, IRCT Mali, 1975).

a) Production manuelle;
b) et c) Utilisation d'un moyeu de bicyclette placé entre l'écorce et le cylindre du bois (b) ou bien l'écorce passe autour du moyeu (c).



Photos 31 — Obtention manuelle des lanières de kénaf, Hangzhou, Chine.
(Photos : J. BOULANGER, 1985).



Tableau 82 - Influence du mode de décortiquage sur le rendement/heure en tiges, écorces et fibres du kénaf et de la roselle (Bénin, IRCT, 1974)

Délaniérage 100 kg de tiges vertes	A) BG 52-71 (<i>H. cannabinus</i>) - Semis 26/4/74 - Récolte 30/7/74 Fibres : 1745 kg/ha - % Fibres (rouissage tiges vertes) : 5,27 %												
	Tiges classées						Tiges tout venant		Temps 1 kg Fibre (min)	Débit horaire			
	Fines		Moyennes		Grosses					Tige kg	Lanière kg	Fibre kg	
	Temps (min)	% Fibres	Temps (min)	% Fibres	Temps (min)	% Fibres	Temps (min)	% Fibres					
Manuel	508	4,32	186	3,80	130	3,34	274	3,82	72	22	7,26	0,860	
Machette	564	3,36	264	3,64	144	3,20	324	3,41	94	19	6,27	0,648	
Taiwan	454	2,82	106	3,84	72	3,96	210	3,54	60	29	9,57	1,096	
	B) THS-22 (<i>H. sabdariffa</i>) - Semis 26/4/74 - Récolte 18/10/74 Fibres : 1924 kg/ha - % Fibres (rouissage tiges vertes) : 6,96 %												
	Manuel	270	4,33	389	5,68	259	4,26	307	4,75	64	20	4,40	0,940
	Machette	396	4,50	413	4,55	282	2,59	345	4,21	82	17	3,74	0,716
	Taiwan	250	4,54	283	4,57	185	3,74	239	4,29	56	25	5,50	1,073
Mali 1976	Manuel											0,756	
	Moyeu	(lanière autour)										0,667	
	Moyeu	(entre écorce et bois)										0,689	

Tableau 83 - Influence de la durée entre la coupe et l'écorçage des tiges de kénaf sur le rendement en fibres à l'hectare - Côte d'Ivoire, 1969

Durée "Coupe Rouissage"	Tiges vertes Fibres		Lanières Fibres		
	kg/ha	Pertes %	kg/ha	Pertes % fibres des tiges rouies	
				dès la coupe	en même temps
0	2065	0	2005	3	3
3	1824	12	1679	17	9
5	1874	11	1639	18	12

Tableau 84 - Influence de la période de coupe en Côte d'Ivoire (âge physiologique et climat)

Espèce	Date		Rouissage (kg/ha fibres sèches)		% de pertes
	semis	récolte	tiges fraîches	lanières	
Kénaf (Cuba 108)	5/6/69	9/9/69	2065	2005	2,9
	25/6/69	3/10/69	1502	1343	10,6
	15/7/69	29/10/69	613	464	24,3
Roselle (THS 22)	5/6/69	4/10/69	2112	2002	5,2
	25/6/69	29/10/69	2099	1857	11,7
	15/7/69	20/11/69	913	703	23,0

9.4.2. Ecorçage semi-mécanisé

Pour aborder le problème de la production mécanisée des lanières d'écorce de kénaf et de roselle par des groupes d'agriculteurs en culture paysanne, l'I.R.C.T., puis la Division de Machinisme Agricole au Mali, se sont efforcés de concevoir un appareil de taille modeste composé de rouleaux "lamineurs" avec ou sans rouleaux "déboiseurs-teilleurs" possédant des qualité de robustesse.

"Artisadah" mis au point en 1969 à Nogent-sur-Mame par BUI-XUAN-NHAN se compose essentiellement de deux rouleaux ondulés superposés qui effectuent le décollement de l'écorce, le déboisage des morceaux du cylindre central

devant se poursuivre à la main. L'équipe de travail comporte au minimum trois manœuvres : le premier pour l'alimentation en tiges, le second pour la manipulation de la manivelle et le troisième pour le déboisage, qui traitent en 8 heures 200 kg à 300 kg de tiges vertes fournissant 60 à 90 kg de lanières fraîches qui donneront, après rouissage, 8 à 10 kg de fibres séchées.

La délanièreuse "DMA" construite au Mali, en 1972 comprend une paire de rouleaux alimenteurs lisses qui écrasent les tiges avec un décollement de l'écorce (moins efficacement que les rouleaux ondulés) et une paire de rouleaux évidés servant de "bateurs" qui en tournant cinq fois plus vite que les rouleaux lisses, cassent et éliminent le bois (photos 32 et 33). Deux à trois manœuvres traitent 300 à 350 kg de tiges en 8 heures, donnant 12 à 15 kg de fibres sèches (tableau 85). D'une façon générale, les manœuvres ne traitent pas les tiges trop petites et dans une journée de 8 heures, il y a seulement 5 à 6 heures de travail effectif.

Le défaut principal de ces deux prototypes est le faible débit lié à un effort physique important. Pour une équipe de trois hommes, les rendements par homme/jour atteignent difficilement une fois et demie ceux obtenus par l'écorçage manuel. Cette production de lanières semi-mécanisée, comme la production manuelle, ne s'est pas généralisée dans les zones de culture africaines en raison du travail à fournir et des pertes en fibres. En Chine, à la Station de Recherche de Guangzhou et au Pakistan à l'Université de Faisalabad, l'étape suivante a été franchie par l'entraînement mécanique, respectivement sur le kénaf (photo 34) et sur le jute (60).

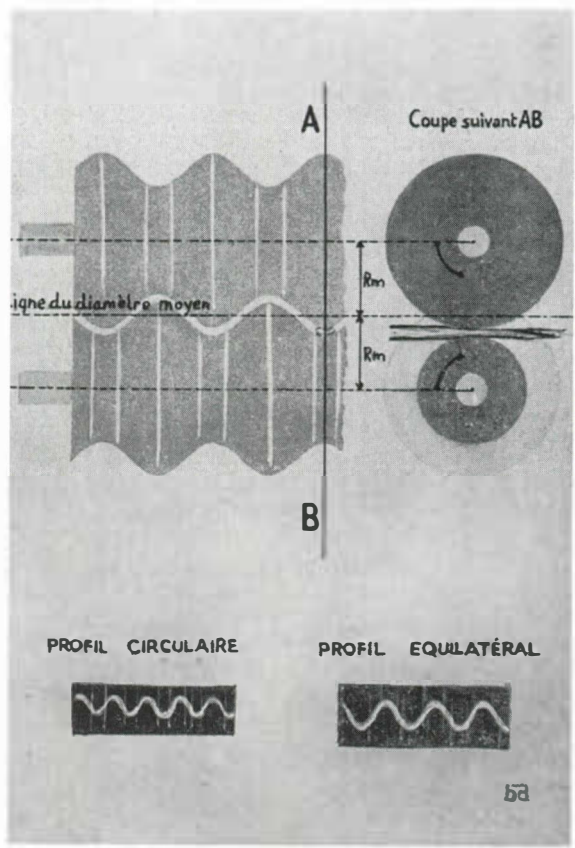
Tableau 85 - Débits horaires par homme (kg)

Mali	Ecorçage	Tiges fraîches	Ecorces fraîches	Fibres sèches		
				kg	% tiges	% lanières
1969	Manuel	12	3,2	0,350	2,92	10,937
	Artisadah	13	3,4	0,375	2,89	11,029
1971	Manuel		4,0	0,575	-	14,375
	Artisadah		4,8	0,650		13,541
1972	Manuel	25	8,6	1,100	4,40	12,791
	Artisadah	26	9,8	1,075	4,13	10,969
	DMA	43	17,5	1,438	3,34	8,217
1975	Manuel			1,450		
	Moyeu			1,438		
1976	Manuel			0,756		
	Moyeu (lanière autour)			0,667		
	Moyeu (entre écorce et bois)			0,689		
	DMA	27	15,1	1,200	4,4	7,947

9.4.3. Ecorçage mécanisé

Les avantages que présente le rouissage des écorces, d'une part, l'économie en poids (environ - 70 %) et en volume sur 30 à 50 tonnes de matières végétale à transporter du champ au routoir et, d'autre part, un chargement plus dense en fibres rouies dans le même volume de routoir (de l'ordre de + 70 %), ont amené les constructeurs, dès la fin du siècle dernier, à concevoir sans beaucoup de succès des machines sous le nom de "délanièreuses" comprenant un nombre variable de cylindres lisses et cannelés pour traiter mécaniquement d'abord les tiges de chanvre et d'ortie, puis de ramie, de jute et d'hibiscus. Les cylindres lisses servent à faciliter l'engrenement des tiges et les cylindres cannelés pleins provoquent le décollement de l'écorce et le broyage du bois.

Des perfectionnements ont été apportés notamment par l'IRCT (Fig. 14, photos 35 et 36) en remplaçant les premiers rouleaux lisses ou cannelés par une ou deux paires de rouleaux à profil ondulé, appelés cylindres "délaniers diviseurs" (48, 121, 122). Il s'agit de cylindres à génératrice sinusoïdale travaillant par paire, de façon que les parties en relief de l'un épousent les creux de l'autre par décalage d'une demi-ondulation. Le nombre de paires, les vitesses linéaires différentes, les diamètres égaux ou non des cylindres ont pour résultante une action de décollage de l'écorce en lanières, par suite de glissements latéraux et longitudinaux de cette dernière sur le noyau ligneux.



Rouleaux
délaniéurs-
diviseurs

Vue schématique
d'une délanièreuse-
broyeuse

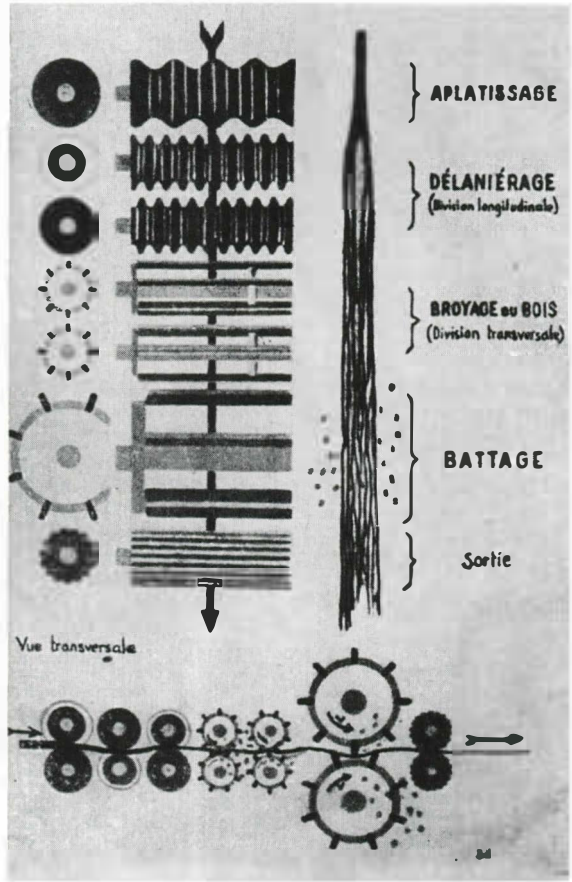
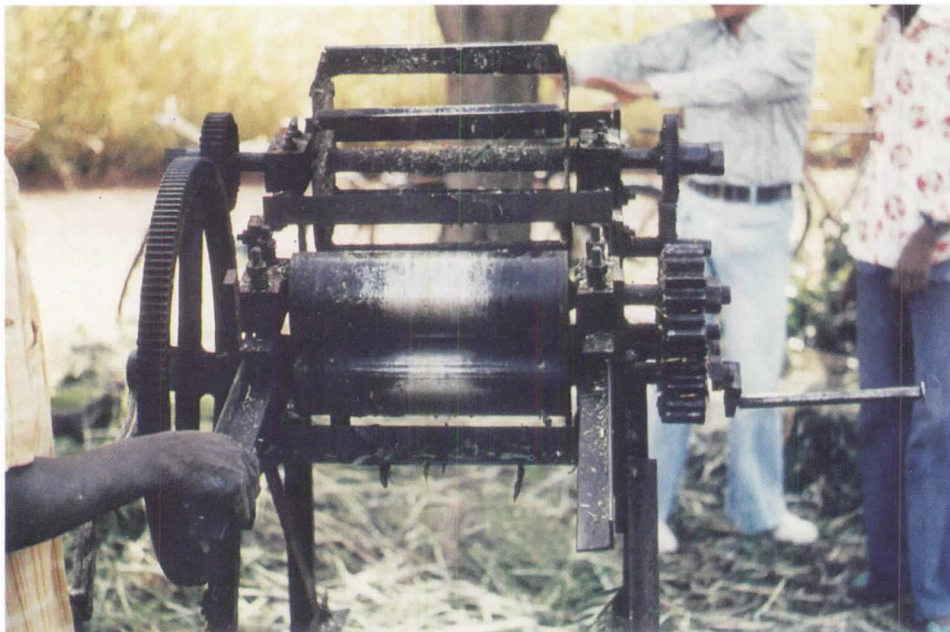


Figure 14 — Utilisation des cylindres ondulés pour le décortiquage du kénaf et de la roselle
(d'après : BUI - XUAN - NHUAN, 1956).



Photos 32, 33 — Délanieuse DMA.
(Photos : J. BOULANGER, IRCT Mali, 1975).

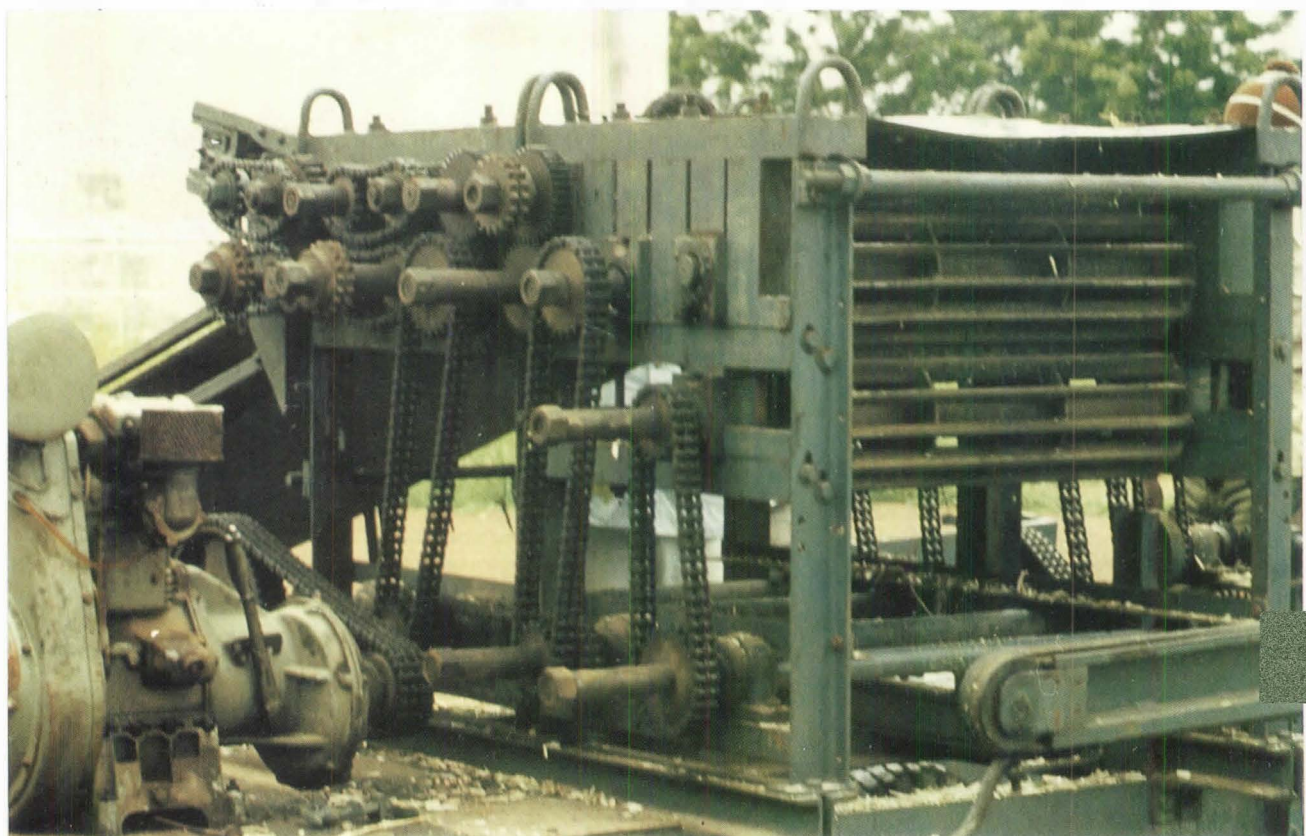


Photos 34 — Ecorçage semi-mécanisé
du kénaf à Guangzhou, Chine.
(Photos : J. BOULANGER, 1985).

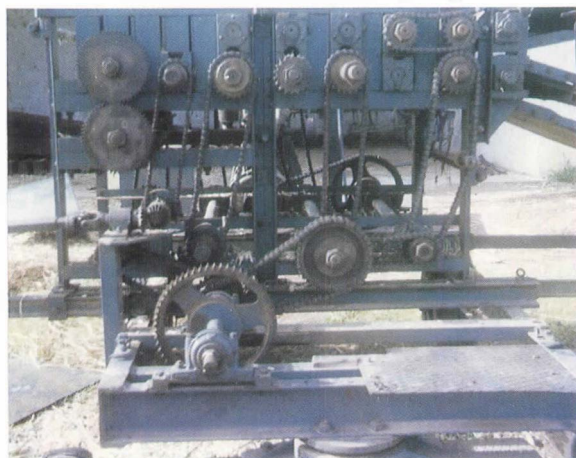


Photos 35 — Délanièreuse IRCT 60
pour le kénaf et la roselle,
à la CFAR, à Koni.
(Photos : J. BOULANGER, IRCT Mali, 1980).

T 1 2 3 4 5 6 7



7 6 5 4 3 2 1 T

7
6
5
4
3

Photos 36 — Délanièreuse IRCT 60.
 (Photos : E. GRAMAIN, IRCT Mali, 1980).
 T : tapis; 1 : aplatissage; 2 et 3 : délanierage;
 4 et 5 : broyage; 6 : battage; 7 : sortie.

La division du bois est obtenue par pliage à angles aigus entre les paires de cylindres à cannelures parallèles à l'axe des rouleaux et l'élimination des morceaux de "chéneville" est provoquée par un étirage dû à des vitesses différentes entre les paires de rouleaux cannelés et par l'action de battage de cylindres évidés pourvus de barrettes (48).

Sur le marché, il existe de nombreuses délanieuses à moteur : nord-américaines, allemandes, italiennes (120), russes et I.R.C.T. qui sont très coûteuses, dépassant la dizaine de millions de francs CFA (1 \$ US valant 6,00 FF ou 300 CFA), le plus souvent volumineuses et très lourdes (1 à 3 tonnes) et difficiles à régler (tableaux 86 et 87). Elles travaillent à poste fixe ou en combinaison avec une faucheuse et produisent généralement des lanières correctes sur des tiges venant d'être coupées, mais avec un faible débit et des pertes en fibres de l'ordre de 30 % (Parakou, Bénin 1969 et 1970). L'écorçage des tiges sèches (coupées et séchées ou coupées trop tardivement pendant la saison sèche ou encore montées à graines) est très délicat et entraîne des pertes plus importantes en lanières et en fibres.

Tableau 86 - Constructeurs de délanieuses

Constructeurs	Modèles	Adresses des constructeurs
AGRAMADORA	fixe	MERCIER - ZAROZA - Espagne
BELL	mobile	H.C. Bell and Son Engineers Ltd. P.O. Box 399 UMTALI - Rhodésie du Sud
U.S.D.A.	léger et fixe	USDA P.O. Box 368 BELLE GLADE (Florida) U.S.A.
DIAMOND	fixe ou mobile	Diamond Muller Cy WINOMA (Minnesota) U.S.A.
GALWAY	Kram 97	Galway International Ltd. 16 Molesworth St DUBLIN (Irlande)
GARDELLA (photo 37)	Campo	Soc. Coll. A. Gardella et Fflo Piazza della Vittoria II GENOVA (Italie)
IRCT BERTERAUT	58/1	Berteraut à COURGAINS (Sarthe) France
JEAGGLE	léger - mobile moyen - mobile lourd - mobile	Théodor JAEGGLE - Haschinenbau BISINGEN Hohenzollen - Allemagne Fédérale
KENAF-ENTHOLZER	KE 87	DEKAGE HANDELS AKTIENGESSELISCHAFT 5. KOENKEDAMM - HAMBURG
MARTI	mobile ou fixe	Cruz and Carvajal LA HAVANE - Cuba
NAKCORP	J et T2	North Atlantic Kenaf International 109 Lakeview Av. WEST PALM BEACH - Florida - U.S.A.
NASMAJOR	mobile	Fibre Prod. Equipment Pty 106 Maritime House, Loveday Street P.O. Box 3157 - JOHANNESBOURG République Sudafricaine
PLANTEC (ex Baproma)	100 - 200 - 300	Plantation Equipment Company - P.O. Box 1104 Grand Central Station NEW YORK 17 - N.Y. - U.S.A.
SHIRTLIFF (ex Newage)	Bijoli	SHIRTLIFF Bros. Ltd LETCHWORTH Herts - Grande-Bretagne
Faucheuses délanieuses		
U.S.D.A.	Twin Drum Ribboning Machine	U.S.D.A. - P.O. Box 368 BELLE GLADE Florida - U.S.A.
NAKCORP	N	North Atlantic International Inc. 109 Lakeview Av. WEST PALM BEACH - Florida - U.S.A.

Tableau 87 - Caractéristiques des principales délaniéreuses

I.R.C.T. BERTERAUT (machine fixe ou mobile) : 1250 kg à 2450 kg	
• Composition	<ul style="list-style-type: none"> - 1 tapis d'alimentation - 3 paires de rouleaux délaniéreurs-dévisseurs, à profil spécial - 2 paires de cylindres broyeurs - 1 paire de rouleaux reteurs - 1 paire de batteurs tailleurs - 1 courroie de réception et d'évacuation automatique des écorces
• Puissance nécessaire	20 chevaux-vapeur
• Performances	<ul style="list-style-type: none"> - 50 tonnes de tiges vertes en 10 heures de travail - 1,5 ha/dix heures - Reste 5 à 6 % de chénevottes (tiges non étêtées)
• Main-d'œuvre nécessaire	9 servants : <ul style="list-style-type: none"> - 3 à l'alimentation - 1 à la réception des lanières - 2 à 3 pour le transport et l'étalement des poignées de lanières
• Prix	34 000 FF - Décembre 1968 départ usine
KENAF-ENTHOLZER KE 87 mobile : 3700 kg	
• Composition	<ul style="list-style-type: none"> - 1 tapis d'alimentation - 2 rouleaux pour calandrer - 2 rouleaux pour le broyage - 2 rouleaux pour le décortiquage - 2 rouleaux pour marche lente - 3 cylindres pour le décortiquage
• Puissance nécessaire	22 CV
• Performance	2 tonnes de tiges sèches/heure (7 t tiges vertes)
• Prix	5 080 \$ US en 1953
• Main-d'œuvre	non précisée
NP-9 (URSS) mobile : 2 tonnes	
• Composition	<ul style="list-style-type: none"> - une remorque - une boîte de transmission - un rouleau broyeur - 2 tambours délaniéreurs ayant 6 battes en forme d'éperon
• Puissance nécessaire	6 à 7 CV
• Performance	3,7 à 4 tonnes tiges vertes/heure
• Main-d'œuvre	21 servants : <ul style="list-style-type: none"> - 4 à la machine, 8 alimenteurs, 2 enleveurs de déchets - 2 enleveurs de lanières, 2 porteurs de lanières, 2 étaleurs de lanières, 1 chauffeur
FMG (NP-9 modifiée par V.G. GRIDNEV en 1960) : 1800 kg	
• Composition	<ul style="list-style-type: none"> - 2 paires de cylindres cannelés (broyeurs) - 2 paires de cylindres batteurs alternant avec - 1 paire de cylindres lisses avec contre-batteurs - 1 table d'alimentation - 1 table de réception
• Performance	1,1 tonne de tiges vertes/heure
• Main-d'œuvre	6 servants : <ul style="list-style-type: none"> - 1 chauffeur, 2 alimenteurs, 1 enleveur de lanières - 1 porteur de lanières et 1 étaleur
LS (URSS - 1964)	
• Composition	<ul style="list-style-type: none"> - 2 paires de rouleaux lisses - 1 batteur et 1 contre-batteur - 1 double chaîne transporteuse
• Puissance nécessaire	7 CV
• Performance	12 tonnes de lanières vertes en 7 heures (40 t tiges vertes)
• Main-d'œuvre	14 servants
PEGORARO (BEIRA - Mozambique) mobile automotrice dont le rendement moyen de 0,5 ha par jour avec 7 servants (1 alimenteur, 4 animeurs de tiges, 1 receveur de lanières et 1 lieur-manipulateur de lanières).	
JEAGGLE OB	
• Composition	<ul style="list-style-type: none"> - 1 tapis roulant d'alimentation - 2 paires de rouleaux à fines cannelures longitudinales - 1 batteur muni de couteaux du genre Raspador - 1 contre-batteur réglable - 1 bague de capture des lanières
• Performance	0,25 ha/8 heures - 1 tonne tiges/heure - Reste 10 à 12 % de chénevottes
• Main-d'œuvre	9 servants : <ul style="list-style-type: none"> - 1 chef d'équipe, 4 pour l'alimentation et le ramassage des lanières, 3 pour le transport des tiges et des lanières, et 1 chauffeur
• Prix	2 269 813 FM rendu Bamako 1969

BIG CAMPO (Gardella), moteur diesel (automotrice), poids 4 à 5 tonnes
(photo 37)

- Performance
- Main-d'œuvre

- Campo à bandes ou à roues
- Déplacement à l'aide d'un tracteur de 60 à 80 CV
- 0,5 à 1 ha par 8 heures (moy. : 0,7 ha)
- 23 servants :
- 3 ravitaillement, 4 déchargement, 6 transport des bottes, 2 en réserve et 4 liage des poignées.

Dans des conditions d'écorçage satisfaisant, ces machines traitent à peine un hectare par jour avec une durée d'utilisation annuelle ne dépassant pas deux mois, soit moins de 60 ha. Leur utilisation, pour des raisons d'investissement et de commodité de déplacement ne peut être envisagée que sur des domaines agro-industriels de plusieurs centaines ou de milliers d'hectares (photo 37). Ceci implique des investissements importants, notamment en nombre de faucheuses et de délaniéreuses, sans parler des problèmes d'organisation du travail, d'entretien et de réparation du matériel (voir chapitre 12.3).

9.5. CONDITIONNEMENT DES LANIERES

Pour obtenir un bon rouissage, il n'est pas nécessaire d'exiger des lanières débarrassées de toute leur "chénevote". Elles peuvent encore contenir, notamment dans les têtes, une petite quantité de bois ne dépassant pas 5 %. De plus, il n'y a pas lieu d'exagérer l'ouverture longitudinale des lanières, la division et l'élimination du parenchyme entre les fibres par l'action mécanique de cylindres à battes du type "raspador" aboutissant à un défibrage mécanique direct par voie sèche avec un affaiblissement de la matière fibreuse et un déchet très important sous la machine (tableau 88). Les fibres ainsi obtenues sans rouissage ne permettent que le filage de gros numéros, de faible résistance de l'ordre du Nm 1, chargés de nombreuses impuretés "gommeuses" risquant de détériorer par contact les produits putrescibles ensachés. Ce procédé qui est utilisé pour le défibrage du sisal ou du bananier (abaca) n'a pu être adopté pour les fibres jutières.

Tableau 88 - Caractéristiques des délaniéreuses-défibreuseuses

NAKORP T2 (USA)	est basée sur le principe du cylindre à battes Raspador. L'entrée et la sortie ont lieu du même côté. le débit est de l'ordre de 500 kg pour 8 heures en fibres rouies (# 10 tonnes de tiges vertes).
NAKORP J (USA)	est une petite défibreuse du type Raspador où il faut maintenir les tiges à la main et les présenter successivement par chaque extrémité. Son débit est de 300 kg/jour d'une fibre bien défibrée, séchée mais non rouie.
PLANTEC 200 et 300 (USA)	Ce sont des défibreuses mobiles à cylindres cannelés et ondulés donnant un défibrage partiel. Une Plantec Standard et 7 hommes (alimentation et mise au séchoir des lanières) traitent 0,23 ha en 8 heures. La Plantec 300 a un débit supérieur de 50 % (0,30 ha en 8 heures) tout en étant beaucoup plus lourde.
MARTI (Cuba)	est constituée d'un long tapis d'alimentation, de tambours armés de couteaux (rectification annuelle), d'un contre-batteur (rectification mensuelle) et d'une table de préparation en bout. Elle produit des lanières partiellement défibrées.
Combinée USDA Twin-Drum Ribboning machine de Belle Glade	C'est un prototype de faucheuse délaniéreuse avec étêtage construit par BYROM qui nécessite 3 sources d'énergie : prise de force du tracteur qui la remorque, actionne la faucheuse rotative et le diviseur, un moteur de 75 CV qui commande le 2 ^{ème} tambour, un 2 ^{ème} moteur de 35 CV qui commande le 2 ^{ème} tambour. 3 servants : 1 sur le tracteur, 1 sur la délaniéreuse, 1 sur la remorque pour le stockage des lanières. Le débit atteint 30 ares à l'heure. La hauteur maxima entre la coupe inférieure et l'étêtage est de 2,12 m).
Combinée NAKORP	C'est une combinée faucheuse défibreuse, pouvant être utilisée comme faucheuse délaniéreuse. Son débit est de 400 kg de lanières mi-défibrées sèches/heure. Elle demande un arrêt toutes les 6 heures pour un nettoyage complet de 2 heures.



Parakou, Bénin, 1972.



Abu Naama, Soudan, 1980.

Faute de pouvoir traiter en "vert" toute la production de lanières porteuses de fibres textiles, il est nécessaire de procéder à leur séchage, dont les conditions sont en gros les mêmes que celles qui sont requises pour les tiges, tout en évitant de mettre les lanières en contact avec le sol. L'abaissement de l'humidité, à une teneur comprise entre 10 et 20 %, permet de conserver une certaine souplesse à la lanière qui doit être manipulée pour la mise en torche avec l'alignement des pieds et le non enchevêtrement des têtes, puis la mise en balle pour la collecte et le transport. Il faut éviter le séchage direct par un soleil trop ardent et un vent très sec et chaud, car les fibres sont enrobées de colloïdes qui sont fort sensibles à des maxima de température et à des minima d'humidité provoquant des modifications irréversibles, incompatibles avec le rouissage. Des lanières desséchées à 50° par un courant d'air déshydraté sur un gel de silice deviennent inrouissables (123).

Sur d'importantes récoltes, il est pratiquement inévitable de perdre des quantités plus ou moins importantes de lanières pendant les manipulations entre la sortie des délaniéreuses et la mise à l'eau.

X. PREPARATION DE LA FIBRE APTE A LA FILATURE (ROUISSAGE)

De tous les traitements que doivent subir les tiges de kénaf et de roselle avant que la fibre soit utilisable en filature et au tissage, c'est son mode d'extraction qui influe le plus sur la qualité.

Le défibrage direct mécanique qui produit des fibres grossières fournissant des sacs deux fois plus lourds n'est pratiquement jamais utilisé (voir 9.5). Habituellement c'est au rouissage et très rarement au dégommeage que le travail de défibrage proprement dit est dévolu. Ces deux opérations ont pour but d'isoler les faisceaux de fibres contenus dans l'écorce des tissus voisins et unis entre eux par un ciment ou "gomme" intercellulaire, de nature essentiellement pectique. Cette action de dégagement de la filasse sous forme utilisable est due, dans le premier cas, à l'intervention de bactéries pour la plupart anaérobies appartenant aux genres *Bacterium* et *Clostridium* et, dans le second cas, au rôle de produits chimiques (bases, acides, sels, etc.). Elle ne doit pas être poussée trop loin pour éviter que les fibres élémentaires trop courtes deviennent indépendantes les unes des autres.

Ce chapitre, qui sera limité au traitement par rouissage et aux avantages que pourrait apporter le dégommeage, a été pratiquement rédigé à partir des notes de BUI-XUAN-NHUAN (48, 49, 50).

10.1. PROCESSUS DU ROUISSAGE

Le rouissage consiste principalement en une immersion complète de la matière végétale dans l'eau, avec la réalisation d'un minimum de conditions favorables au bon développement et à l'efficacité des micro-organismes de la décomposition des substances de liaison : lignine et pectine. Ces conditions concernent aussi bien la forme et l'état de la matière à rouir que les qualités du milieu de rouissage.

10.1.1. Phases du rouissage

Immédiatement à l'immersion du matériel végétal, les corps étrangers sont mis en solution. L'absorption de l'eau par les tissus chasse l'air inclus, solubilise des substances des cellules (hydrates de carbone, glucosides, tanins, pigments, etc.) et facilite la pénétration des ferments du rouissage. Les micro-organismes sont localisés sur le végétal, aucune fermentation ne se produisant avec du matériel stérilisé.

Les bactéries entrent en action pour séparer les faisceaux de fibres de leur enveloppe pectique avec dégagement d'hydrogène et de gaz carbonique et formation d'acides organiques et d'alcools augmentant l'acidité du routoir. Finalement, l'activité de fermentation ayant atteint un maximum se réduit avec l'accumulation des produits de décomposition. C'est au cours de cette évolution que devra être déterminée la fin du rouissage.

10.1.2. Etat et forme de la matière à rouir

La matière à rouir peut être fraîche ou sèche, sous forme de tiges entières ou de lanières d'écorce.

A l'état frais, les tissus qui sont turgescents et encore vivants ne favorisent pas la pénétration de l'eau ni la solubilisation des substances, comme le font des tissus desséchés aux membranes cytoplasmiques détruites. Par contre, l'état frais est plus favorable à la présence et au développement des microorganismes qui accélèrent le rouissage. Pour les mêmes raisons, les plantes jeunes rouissent plus rapidement que les plantes âgées (tableaux 89 et 94). De même, l'écorce du bas de la tige est toujours plus difficile à rouir.

Le rouissage direct des tiges en bottes s'opère avec le plus d'efficacité sur les tiges fraîches en eau courante. La forme cylindrique des tiges assure le passage d'un grand volume de liquide et une circulation aisée des substances tant que la charge du routoir ne dépasse pas 1 % (production de 1 kg de fibre pour 100 litres de routoir). Le rouissage se produit de l'extérieur vers l'intérieur de telle façon que lorsque le parenchyme interne est roui, les tissus externes plus âgés le sont aussi par une action biologique plus longue.

Tableau 89 - Influence de l'âge de la plante et du type de routoir sur la durée du rouissage des tiges vertes des hibiscus textiles au Mali (1974)

Espèce	Epoque coupe et mise au rouissage		Durée rouissage (jours)	
			Eau courante (rivière)	Bassin
Kénaf	12/10	milieu floraison	18	17
	24/10	fin floraison	19	18
	26/11	maturité graines	29	27
Roselle	5/11	milieu floraison	28	22
	27/11	fin floraison	29	24
	14/12	maturité graines	27	23

Dans le rouissage sur écorces, la forme des lanières en ruban plat peut conduire à la formation de couches plus ou moins épaisses qui empêchent une circulation homogène de l'eau de rouissage si la charge dépasse 3 % à 4 % (tableau 90). Ce sont les tissus internes les plus jeunes, non protégés par une cuticule qui subissent en premier l'action des micro-organismes et qui atteignent bien avant les fibres extérieures un degré de rouissage satisfaisant. Cette hétérogénéité de rouissage est accentuée dans le rouissage des écorces fraîches, qui pratiquement n'est jamais effectué.

Tableau 90 - Influence de la charge, avec ou sans chauffage et urée, sur la durée (jours) de rouissage de lanières sèches de kénaf (La Pungue, Beira, Mozambique)

Eau de rouissage		Chargés %			
Chauffage	Urée	1	1,5	2	2,5
non	sans	24	-	-	36
34°C	sans	10	15	17	23
34°C	0,4 g N/litre eau	7	-	-	14

Le rouissage en deux temps consiste en un trempage préalable des tiges en bottes durant quelques jours, suivi d'un écorçage et l'immersion finale des lanières. Ce procédé est utilisé couramment en Asie pour traiter des tiges difficiles à rouir et en particulier des tiges âgées provenant de parcelles de production de semences.

10.1.3. Qualités du milieu de rouissage

Les qualités de milieu que présente un routoir en activité, autres que celles dépendant de la matière à rouir et de la charge, concernent les propriétés chimiques de l'eau, sa température et l'addition d'accélérateurs (ou activateurs).

Il est préférable d'avoir de l'eau pure en abondance, peu calcaire, de pH voisin de la neutralité, limpide, courante et de débit régulier de préférence à une eau ferrugineuse, stagnante ou boueuse qui colorent les fibres. Dans l'eau de lagune contenant 4,25 % de sels, le rouissage s'effectue encore correctement (130). Il faut s'assurer par un examen bactériologique si l'eau n'est pas stérile, par suite de la présence d'éléments toxiques et ne pas se montrer trop rigoureux pour l'eau polluée si les microbes véhiculés sont actifs sur les substances à dégrader. Le rouissage en eau courante est supérieur au rouissage statique, l'eau courante entraînant les corps étrangers et les produits de désagrégation, au fur et à mesure de leur formation. Il fournit des fibres plus claires et plus solides mais il a le désavantage d'être moins rapide, surtout en saison sèche, l'eau se réchauffant plus difficilement (tableaux 89 et 91).

En Afrique, dans la généralité des cas, la température au sein de l'eau est convenable, étant comprise entre 25 et 30°C, sauf pendant les nuits fraîches de la saison sèche où elle peut descendre dans certaines régions en dessous de 20°C (Mali, Burkina Faso). Le rouissage est optimum : efficacité et rapidité, au voisinage de 37°C, il devient lent au-dessous de 25°C et s'arrête pratiquement en dessous de 20°C (tableaux 92 et 93). L'obscurité obtenue par la couverture du routoir réduit légèrement la durée du rouissage.

Tableau 91 - Influence de l'eau de rouissage : température et fréquence de renouvellement sur la durée (jours) du rouissage des lanières sèches de kénaf (La Pungue, Beira, Mozambique)

Eau de rouissage	Renouvellement de l'eau de rouissage		
	4 heures	6 heures	8 heures
21°C	24	30	36
34°C	10	14	17
34°C azotée	10	13	16
34°C azotée + obscurité	10	13	16

Tableau 92 - Influence de la température de l'eau sur la durée de rouissage des lanières de kénaf (Deroua, Maroc, 1957, 21)

Echantillons	Date de Mise en routoir	Température de l'eau début-fin	Accélérateur dose d'azote par litre d'eau	Durée de rouissage en jours
M	20-9	23° — 20°	Urée — 0,225 g	16
L	24-10	30°	Urée — 0,225 g	13
F	25-10	30°	Urée — 0,225 g	13
H	25-10	30° — 25°	Urée — 0,108 g	17
A	28-10	30° — 25°	Nitr. d'am. 0,227 g	22
B	28-10	30° — 25°	Urée — 0,225 g	22
C	2-12	23° — 16°	Urée — 0,225 g	59
D	2-12	23° — 16°	{ Urée — 0,0765 g Nitr. d'am. 0,152 g	59
E	2-12	23° — 16°		59

Tableau 93 - Influence des conditions climatiques (températures maximum et minimum) sur le rouissage des lanières de kénaf (Deroua, Maroc, 1954-1959, 21)

Campagne	Dates de mise en rouissage, températures maximum/minimum mensuelles et durée du rouissage en jours				
	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1954	41°/17° (32)	38°/14° (34)	33°/11° (67)	26°/8° (70)	19°/2° (65)
1955	39°/18° (26)	36°/16° (30)	28°/12° (40)	23°/9° (50)	18°/4° (74)
1956		36°/14° (23)	33°/11° (32)	22°/4° (56)	20°/-1° (66)
1957		36°/15° (27)	27°/10° (62)	21°/5° (53)	16°/2° (50)
1958		38°/15° (22)	31°/9° (43)	22°/5° (57)	18°/4° (—)
1959		33°/14° (21)	30°/9° (33)	24°/4° (48)	20°/3° (54)

Certaines installations industrielles ont additionné à l'eau des accélérateurs de rouissage, soit des produits divers : sels alcalins ou substances azotées pour activer le développement et l'action des germes rouisseurs pré-existants, soit des cultures bactériennes ou des enzymes pectinolytiques nettement plus actives que les bactéries apportées par la plante. L'apport azoté de l'ordre de 0,4 à 0,5 g par litre d'eau active la fermentation et réduit la durée du rouissage du kénaf au Maroc (20) (tableau 92), du kénaf et de la roselle au Mali (94) (tableau 94).

Tableau 94 - Influence de l'urée et de l'âge de la plante sur la durée du rouissage, à froid et à chaud, du kénaf et de la roselle (Mali, 1974, 94)

Espèce	Age de la plante	Début rouissage	Rouissage à froid (23°)		Rouissage à chaud (31°)	
			Urée g/l	Durée (jours) rouissage	Urée g/l	Durée (jours) rouissage
Kénaf	160	20/09	sans	26		
			0,225	19		
	174	9/10	0,450	16		
Roselle	182	12/10			sans	15
					0,225	8
					0,450	7
	195	25/10			0,225	13
	198	28/10			0,225	15
	201	31/10	sans	75		
			0,225	52		

10.2. CREATION DES ROUTOIRS

Différents types de routoirs peuvent être aménagés plus ou moins sommairement dans les mares de villages, marigots, rivières et lagunes ou de façon industrielle par des installations construites en béton armé.

10.2.1. Routoirs artisanaux

La création de routoirs artisanaux consiste à utiliser l'eau présente par des aménagements, sans gros frais, qui sont variables suivant la situation, de façon à favoriser le processus du rouissage (qualité, température et écoulement de l'eau). Ils sont tous sous la dépendance des conditions atmosphériques (50).

a) Sur la terre ferme

Si le paysan doit se contenter d'un trou d'eau au voisinage de son champ se remplissant à la saison des pluies ou à la suite d'une crue d'un cours d'eau assez éloigné, le routoir est aménageable en une fosse rectangulaire simple de 3 m x 1 m x 1 m avec des parois renforcées par des rondins, des planches ou des branchages. Ce type de routoir qui peut contenir 6 bottes de 33 kg de tiges, soit 200 kg, exige au maximum 6 journées de travail suivant la nature du terrain. Un fossé de 10 m x 3 m x 1,5 m avec un volume utile de 30 m³ permettra de traiter chaque fois au moins 2 000 kg de tiges fraîches, effeuillées et mises en bottes. 3 à 4 cuvées ou chargements seront nécessaires pour traiter la production de 25 ares.

L'intérêt du paysan sera d'éviter ce type de routoir, non seulement pour obtenir une fibre de qualité mais aussi pour réduire le travail d'aménagement.

b) Dans les bas-fonds

En présence de marigots à faible débit, la construction d'une digue en terre tassée entre des rondins de bois dur ou renforcée par de grosses pierres permet de freiner l'écoulement de l'eau. Dans le cas de cours d'eau encaissés, de petits bassins d'au moins 50 cm de profondeur, bordés par des diguettes sont aménagés dans le lit ou en dérivation. Dans les diguettes faites avec la terre provenant de la fouille et renforcées par des pieux et des pierres, une ouverture est aménagée pour servir de déversoir aux bassins, dans lesquels les bottes de tiges sont maintenues par des piquets à crochets plantés de distance en distance.

c) Dans les marigots

Dans les marigots à lit assez étalé, il est possible d'aménager des bassins très importants ayant une profondeur d'immersion de 1 m à 5 m, avec un renouvellement continu d'eau relativement claire et limpide (photo 38).

Les bassins sont obtenus en retaillant les berges et en construisant de petits barrages en aval du lieu de rouissage.

d) Dans les rivières

Près des bords ou dans le lit de la rivière, si à l'époque du rouissage elle n'est pas trop profonde et si le cours n'est pas trop rapide, le travail de l'agriculteur sera réduit à la construction de barrages très sommaires (digues, fascines, etc.) ou simplement à la pose de piquets de fixation des bottes en bordure des lagunes, des lacs ou des canaux principaux d'amenée de l'eau d'irrigation, comme à Abu Naama (Soudan, 35, photo 38).

e) Routoir centralisé et collectif

Lorsque l'approvisionnement en eau, le lieu et la concentration des cultures offrent des possibilités d'aménager un routoir centralisé et collectif, les conditions de travail sont plus favorables : aménagement plus rationnel au meilleur endroit, entretien plus facile du routoir, exécution en commun d'une partie ou de la totalité des tâches (transport, mise au routoir, défibrage, lavage, finition, conditionnement) et concentration de l'encadrement technique.

Ce routoir, étant donné le caractère permanent de l'ouvrage à construire, est à établir sur terre ferme au voisinage d'un cours d'eau le mettant à l'abri d'éventuels dégâts causés par des crues. La formule des petits bassins est remplacée par une fosse ou une série de fosses rectangulaires, divisées en compartiments par des passages en terre de 0,50 à 0,75 m d'épaisseur, consolidés par des pieux ou des troncs d'arbre et disposés en chicane. La distance entre 2 passages est de 3 mètres environ et celle entre l'extrémité d'un passage et la paroi lui faisant face est de 1,5 à 2 mètres.

Chaque fosse creusée dans un terrain en légère déclivité a une profondeur de 1,5 m environ, 15 à 20 m de largeur et 30 à 50 m de longueur. Compte tenu des passages en chicane avec des séparations de 0,5 m d'épaisseur, le volume utile d'une fosse de 20 x 49 x 1,5 m est de l'ordre de 900 à 1 100 m³ (14 compartiments de 60 m³).

Sans que les bottes soient trop serrées les unes contre les autres, ce qui nuirait à leur bon rouissage, un tel routoir de 1 000 m³ utiles peut traiter en une seule fois 65 000 à 70 000 kg de tiges devant fournir 3 000 à 3 500 kg de fibre c'est-à-dire la récolte de 3 à 4 hectares. Avec quatre à cinq cuvées en 6 semaines à 2 mois de rouissage, le routoir permet de traiter une quinzaine d'hectares. Pour une culture de 3 000 ha groupés en bloc importants, il sera nécessaire de construire de l'ordre de 200 routoirs de ce type.

L'eau qui est amenée par une dérivation d'un cours voisin, circule par gravité pour être évacuée en fin de parcours. Son débit est réglé au moyen de vannes.

Pour des mesures élémentaires d'hygiène, il est préférable que l'évacuation des eaux de rouissage ne polluent pas les points d'eau réservés aux usages domestiques, tout en sachant que les bactéries anaérobies du rouissage (*Clostridium corallinum* et *C. buryicum*) sont dépourvues de pouvoir pathogène. Par contre, chaque fois qu'il sera possible, il est très recommandé de récupérer les eaux de rouissage qui sont riches en matières organiques, pour les utiliser comme fertilisants.

10.2.2. Routoirs industriels

Pour rouir dans les meilleures conditions de rapidité, de qualité, de constance des résultats et d'économie de main-d'œuvre, les domaines agro-industriels ont été amenés à construire des routoirs artificiels en béton, sous forme de bacs ou de canaux où les conditions sont plus favorables au travail microbien, notamment avec le chauffage de l'eau aux environs de 32°C. La profondeur des routoirs ne dépasse pas 1 à 1,5 m en rouissage à l'eau froide et 2 à 2,5 m en rouissage à l'eau chaude. Ces routoirs représentent de gros investissements, surtout si le traitement à l'eau chaude est retenu (50).

a) Bacs

Les bacs ou cuves, couvertes ou non, ont généralement une capacité variant entre 30 et 60 m³ avec le renouvellement partiel et périodique de l'eau de rouissage par un jeu de vannes. Un bac de 5,2 m x 3 m x 1,92 m (profondeur), soit 30 m³, peut rouir 2500 kg de lanières sèches sans tassage excessif fournissant environ 1400 kg de fibres sèches ou bien 3000 kg de lanières fraîches donnant environ 480 kg de fibres rouies sèches (Sodak à Parakou au Bénin, photo 38). Le Domaine-Pilote marocain de Deroua traitait à l'eau froide tandis que le Centre algérien des Hamadana utilisait de l'eau chaude.

b) Canaux

Le rouissage dans des canaux de 150 m de long, 2 m de large et 1 m de profondeur a été conçu pour effectuer un rouissage dynamique en eau chaude avec un léger mouvement soit de l'eau, soit de la matière, ou encore mieux, des deux



Baramandougou (Mali)



N'Tarla (Mali)



Abu Naama (Soudan)



San (Mali)



Parakou (Bénin)



Parakou (Bénin)

à la fois par avancement de la matière sur des cadres ou en containers à contre-courant de l'eau qui est de plus en plus propre au fur et à mesure de la progression continue de la matière. La durée du rouissage est fonction de la vitesse d'avancement et, suivant le matériel à rouir, elle peut varier de 95 à 140 heures. Ce mode de rouissage a été appliqué à des lanières de kénaf à Maidstone (Afrique du Sud), à Bilbeis (Egypte) et à la Pungue (Mozambique). Les canaux offrent une possibilité de mécanisation supérieure à celle des bacs traditionnels.

10.3. PRATIQUE DU ROUISSAGE

Le rouissage direct des tiges fraîches en bottes est le type de traitement le plus couramment utilisé en production paysanne, le rouissage en tiges sèches et en lanières fraîches pouvant être éventuellement pratiqué. Le rouissage sur écorces sèches est le mode de traitement adopté en production intensive centralisée. Suivant la forme et l'état de la matière, les modes de rouissage et les stades de préparation de la filasse des hibiscus textiles figurent dans le schéma (Fig. 15, 50).

10.3.1. Production rurale

Le rouissage des tiges mises en tas sur les champs ou dans des fosses creusées dans le sol et recouvertes de branchages et de terre ne peuvent fournir que des fibres mal rouies souvent cassantes, colorées et rêches. Dans les routoirs aménagés avec l'eau courante dans un coin de rivière ou en bassins (photo 39), la pratique la plus indiquée comprend :

a) Mise au rouissage

Les bottes de tiges, de 20 à 25 cm de diamètre, pas trop serrées (la charge ne dépassant pas 1 %), sont immergées horizontalement sous 10 cm d'eau au moins, avec les sommets des tiges dirigés vers l'aval du cours d'eau, car étant plus fins et plus flexibles ils sont maintenus sous l'eau par la force du courant.

Pour maintenir les bottes bien immergées, tout en évitant le contact des parties inférieures avec un fond vaseux par un lit d'herbes, elles sont soit retenues au moyen de longs rondins ou bambous transversaux dont les extrémités sont liées solidement à des piquets verticaux, soit chargées de pierres ou de troncs d'arbres. Il n'est pas recommandé d'assurer l'immersion des bottes par des mottes de terre et autres matériaux susceptibles d'altérer l'aspect naturel des fibres notamment de ferrailles, nuisibles à la bonne marche du rouissage et colorant la fibre. Sur des grandes surfaces de rouissage, il est préférable pour faciliter la fixation des bottes de les laisser flotter au moins une demi-journée. La mise à l'eau des tiges produites par un hectare réclame au moins 10 journées de travail.

Le paysan, pour étaler la période de rouissage et réduire le poids à transporter, opère quelquefois sur des tiges partiellement ou complètement séchées sur les champs de culture. Cela implique que le séchage, puis le stockage puissent être faits convenablement dès la coupe et en dehors de pluies ; celles-ci nécessitent la construction d'abris afin que la matière ne subisse aucun dommage avant son traitement.

b) Surveillance et durée du rouissage

Le rouissage doit être surveillé fréquemment ; il arrive près de sa fin lorsque l'eau de rouissage devient plus grasse. Il est arrêté au moment où, le long de la tige, la filasse se détache facilement du cylindre ligneux central sous forme de longues lanières couvertes d'une boue gluante se nettoyant aisément pour donner des faisceaux de fibres bien individualisés sans matière adhérente. L'écorce du bas de la tige est toujours plus difficile à rouir. Néanmoins, au terme optimum du rouissage, elle doit pouvoir être détachée assez facilement du bois et, par frictions répétées, se laisser diviser en fibres à peine plus grosses que celles du restant de la tige.

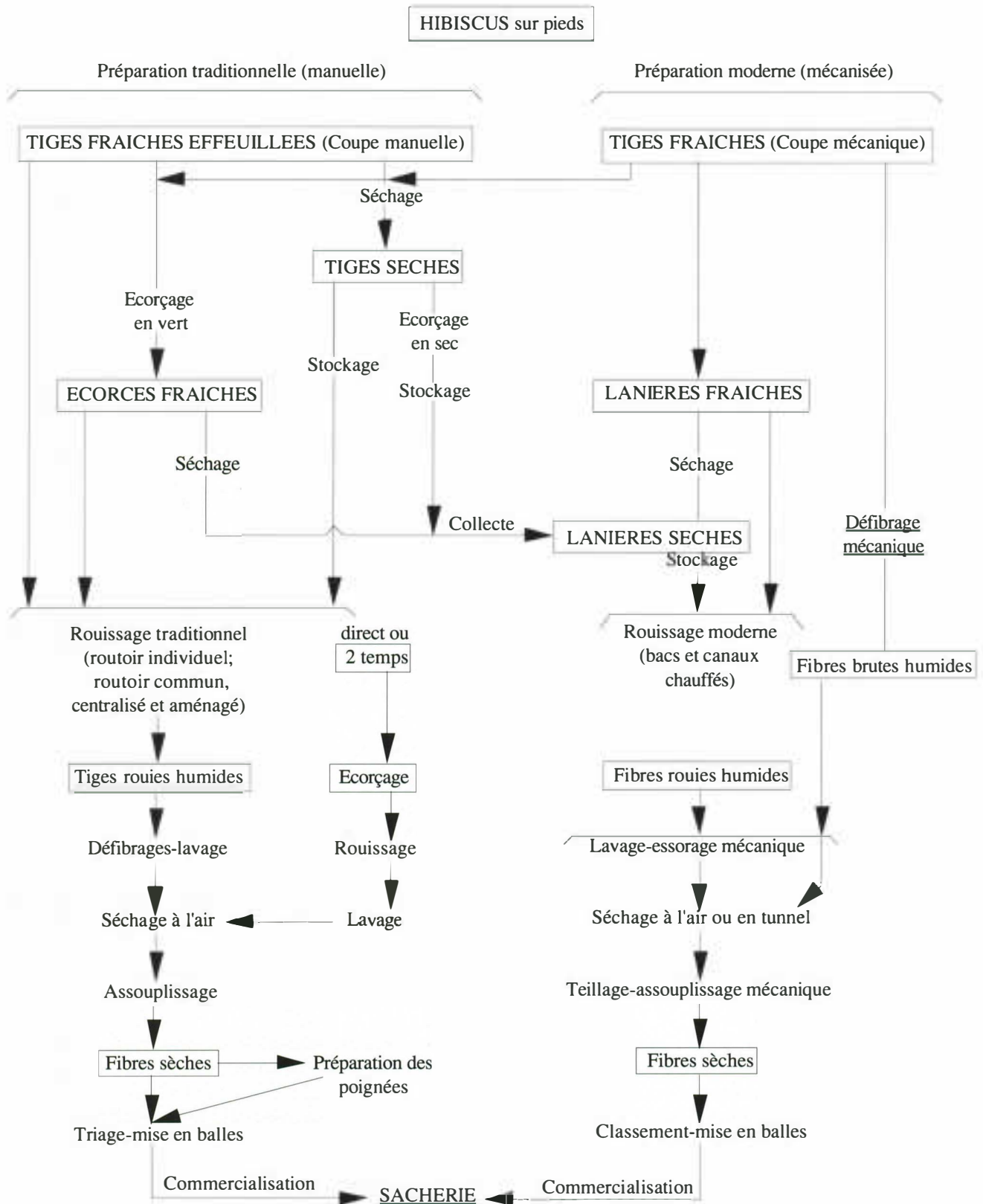
La durée du rouissage qui dépend principalement de la température de l'eau est, pour les tiges fraîches, d'environ 8 à 15 jours en saison chaude (eau à 22-25°C), 20 jours et plus dans une eau plus froide.

La qualité de la fibre dépend plus du rouissage que de tout autre facteur. Le rouissage se fait mieux quand les tiges sont d'épaisseur uniforme. Il faut éviter aussi bien le "sous-rouissage" qui donne des fibres grossières, difficiles à nettoyer et à diviser, que le "sur-rouissage" qui fournit des fibres ayant perdu de leur ténacité par suite de la décomposition plus ou moins prononcée de leurs constituants de base : cellulose et lignine notamment. Un léger "sous-rouissage" est préférable à un "sur-rouissage" et peut se corriger par un assouplissage en préparation de filature.



Photos 39 — Rouissage du kénaf en bassin.
(Photos : J. BOULANGER, IRCT Mali, 1970).





c) Défilage - lavage

Les bottes de tiges sont dégagées des cloisonnements et laissées immergées, à la portée de la main de l'opérateur. Une botte est sortie de l'eau et libérée de ses liens.

Les tiges sont disposées en couches sur le bord de la rivière. Elles sont prises par poignées de 6 à 10 et déboisées une par une, en dégagant d'abord les fibres du bas des tiges et en les tirant ensuite vers le sommet. Souvent le bois de la tige est cassé et sa fibre libérée est teillée entre les doigts. Pour faciliter le détachage de la base, chaque poignée peut être battue légèrement au maillet.

Le nettoyage de la fibre rouie doit s'effectuer de préférence en eau courante qui facilite l'élimination des impuretés du rouissage. L'opérateur travaille avec le maximum d'efficacité quand il peut se tenir dans 60 à 90 cm d'eau. En fouettant, en un va-et-vient, la surface de l'eau avec le paquet de fibres, la plus grande partie des impuretés : fragments d'écorces et de bois et les boues, se détachent. Ensuite la fibre est étalée sur la surface de l'eau, pour enlever à la main les derniers morceaux encore adhérents. Le paquet de fibres est alors rincé à fond et essoré à la main.

Un retard apporté, éventuellement, au lavage-défilage de la matière rouie et sortie de l'eau risque, en cas de dessiccation de cette matière, de rendre cette opération très laborieuse par la suite.

Les temps de travaux, en jours, des opérations de rouissage sont estimés en fonction de trois hypothèses : 65 à 80 jours de défilage-lavage pour les deux hypothèses extrêmes et de l'ordre de 160 jours pour une 3^{ème} hypothèse concernant la production de fibres de qualité supérieure par rouissage en deux temps (100 jours pour le délanierage, 5 jours pour la remise à l'eau et 55 jours pour le défilage-lavage d'un hectare). L'écart entre les hypothèses est important, car les temps de travaux pour une même opération de rouissage sont très variables, en fonction de l'expérience du paysan.

d) Séchage et finition

Le séchage de la fibre est effectué, de préférence, à l'ombre. Les fibres sont étalées sur des cordes ou des perches. Il faut éviter le séchage direct par un soleil trop ardent et également le contact avec le sol.

Les fibres séchées sont frappées par petites poignées contre une barre de bois fixée horizontalement, pour éliminer les derniers résidus ligneux ("chénevottes"). L'assouplissement est obtenu par frictions répétées des fibres entre les deux mains, en particulier sur la partie qui correspond à la base des tiges. Ces deux traitements ne doivent être ni trop brutaux, ni trop poussés.

Le séchage et la finition réclament de l'ordre de 3 jours pour traiter une tonne de fibre.

e) Conditionnement

En production paysanne, le conditionnement des fibres se réduit le plus souvent à un triage par qualité et la mise en torches ou "maniques" (photo 40).

Le triage devrait être fait suivant la longueur, la couleur, la propreté (éléments étrangers et degré de teillage), l'aspect (fibres emmêlées ou non), la souplesse et la finesse.

Les paysans peuvent se contenter d'un classement en 2 ou 3 catégories ou choix, basés principalement sur la propreté et la longueur : plus de 2,5 m ; entre 2,5 et 1,5 m et entre 1,5 et 1 m.

Pour la mise en torches, les fibres triées sont alignées côte à côte, les pieds des fibres étant placés sur un même côté et égalisés. Elles sont réunies en torches de même poids : 1 kg, 2 kg ou 2,5 kg suivant la demande pour faciliter la commercialisation. Chaque torche est liée du côté du pied avec un brin de fibre, puis légèrement tordue et pliée par le milieu, le tressage des fibres n'étant pas du tout apprécié par les filateurs. Il faut environ 3 jours pour effectuer la mise en torche d'une tonne de fibre.

Au stade de la commercialisation primaire, 10 à 20 torches sont groupées en ballots par quelques brins de fibre. La mise en balles, si elle s'avère nécessaire, est faite au moyen de presses hydrauliques. Les caractéristiques des balles pressées exportées de jute ou de "kénaf" asiatique sont de 48 cm de large (± 5 cm) et 120 cm de long (± 5 cm) pour un poids de 180 kg (y compris le poids de la corde de liage) avec une marge de tolérance de ± 5 kg. Les balles sont liées par une corde en kénaf d'un ou deux centimètres de diamètre. Un bout est d'abord assujéti à une extrémité de la balle, la corde étant ensuite enroulée autour de celle-ci 10 à 12 fois et attachée finalement à l'extrémité opposée de la balle.



Photo 40 — Marché de «dah» ou kénaf à Sirakoro (Mali).
(Photo : BUI - XUAN - NHUAN, IRCT, 1969).

A défaut de presses convenables, une sorte de moule en bois de 120 x 150 x 50 cm permet le pressage par foulage avec les pieds de 50 kg de fibre en manœuvres. Les ballots sont liés avec des cordes faites avec des brins de kénaf, le fil de fer ou les feuillards sont prohibés.

10.3.2. Production industrielle

Le rouissage des écorces fraîches en tas sur les champs ou bien dans des fosses ne peut donner, comme pour les tiges, que des résultats incomplets et de mauvaise qualité. Le rouissage rural des écorces vertes en eau courante qui fournit des fibres satisfaisantes est rarement pratiqué. Ce sont les lanières sèches qui se prêtent le mieux à une production industrielle des fibres, par rouissage en bacs ou en canaux. En dehors de la différence sur la forme et la grandeur des routoirs et sur les modes de chargement et de déchargement, les deux types de rouissage réclament les mêmes opérations de finition de la fibre : laveuse-essoreuse, séchoir, assouplisseuse-teilleuse, etc.

a) Mise au rouissage

Dans les bacs, les poignées de lanières (de préférence après un rinçage pendant 12 à 24 heures) sont immergées en couches superposées croisées, jusqu'à occuper la hauteur utile sous 15 à 20 cm d'eau dont la température est maintenue aux environs de 30 à 32°C. La charge ne doit pas dépasser 3 à 4 % dans le cas de lanières séchées à l'air (40 kg de fibres à obtenir pour environ 70 kg de lanières en poignées par 1 m³) et seulement 2 % avec des lanières fraîches (20 kg de fibre à obtenir pour environ 120 kg de lanières en poignées par 1 m³). L'eau est remplacée en totalité ou en partie soit de façon continue, soit périodiquement par de l'eau propre et plus chaude (de l'ordre de 50°). Les bacs peuvent être recouverts pour éviter les refroidissements nocturnes. Le rouissage est arrêté lorsque les lanières se nettoient aisément pour donner des faisceaux de fibres bien individualisés. La durée qui est de 6 jours environ pour des écorces fraîches atteint 8 à 10 jours pour les écorces sèches et peut être réduite par l'addition d'accélérateurs (tableau 95).

Tableau 95 - Urée avec ou pas de rinçage préalable et technologie de la filasse de kénaf

Essais I.R.C.T.	Rinçage préalable	Eau de rouissage 26°C			Eau de rouissage 30°C		
		Durée rouissage (heures)	Finesse Nm	Ténacité km	Durée rouissage (heures)	Finesse Nm	Ténacité km
Congo 1957	Non (témoin)	144	220	31	72	240	34
	Avec	168	250	28	144	240	30
	Non + urée 0,2 %	96	255	34	96	245	33
	Avec + urée 0,2 %	168	255	34	144	240	34
Algérie 1958	Non (témoin)	145	235	33	81	235	33
	Non + urée 0,1 %	81	200	34			

D'un bout à l'autre du canal, la matière à rouir avance soit par des filets imputrescibles emprisonnant les poignées de lanières suspendues à des cadres en bois, soit dans des caisses à claire-voie contenant des balles d'écorce et se déplaçant sous des rails placés au-dessus de la surface de l'eau, soit sur des cadres munis de roulements actionnés par un piston hydraulique. La charge peut atteindre 5 % avec des lanières sèches (50 kg de fibres à obtenir pour environ 90 kg de lanières sèches par 1 m³). Dans ce mode de rouissage qui s'opère en continu, il est plus difficile d'ajuster la durée aux caractéristiques particulières des divers lots de lanières.

b) Lavage, séchage et teillage

Lorsque le rouissage est considéré comme achevé, les bacs sont entièrement vidangés et les bottes de lanières rouies sont sorties manuellement ou mécaniquement. Le lavage, le séchage, puis le teillage peuvent être réalisés suivant la méthode du lavage-séchage de la production rurale (chapitre 10.3.1, c et d) ou en utilisant des moyens mécaniques prévus en 1960 aux Centres I.R.C.T. des Hamadana (Algérie, 244) et de Madingou (Congo, 19), pour diminuer les besoins en main-d'œuvre.

Sur un domaine agro-industriel, il faut envisager une sauterelle de déchargement mobile sur rail qui déverse les paquets de lanières sur un tapis transporteur pour les amener à un poste de lavage. Les liens des bottes sont coupés sur une table d'alimentation pour présenter les lanières à 3 groupes de rouleaux essoreurs, séparés par des tapis transporteurs, au-dessus desquels des jets d'eau puissants assurent l'arrosage des fibres qui, ensuite, sont portées au séchoir.

Une machine "teilleuse-assouplisseuse" comprend des paires de rouleaux laminoirs, batteurs tournant à des vitesses différentes qui assurent l'élimination du bois et l'assouplissement des fibres (tableau 96). Ces fibres sont triées et classées en lots suivant leur qualité, la longueur et la couleur, avant d'être mises en balles par une presse hydraulique ou électrique. En U.R.S.S., l'élimination du bois est effectuée par des jets d'air comprimé (111).

Tableau 96 - Assouplissage (nombre de paires de rouleaux laminoirs) de la filasse de kénaf estimé par l'indice de rigidité

Essais I.R.C.T.	Maroc (1954)			Algérie (1952)			
	sans	10	15	sans	4	12	carde + ensimage
Indice de rigidité	1,84	1,50	1,50	1,67	1,41	1,45	1,42

10.4. EXTRACTION CHIMIQUE

Les principaux griefs à l'encontre du défilage industriel par voie bactérienne concernent, en premier lieu, la lenteur du processus bactériologique, puis l'irrégularité du travail microbien dans la masse de la matière à rouir, l'insalubrité du procédé, la quantité d'eau consommée, le coût élevé de l'aménagement des bacs et le besoin d'une main-d'œuvre abondante. Parmi les méthodes d'extraction de la fibre autres que le procédé de rouissage naturel, les études ont porté surtout sur le dégomme par voie chimique (49), le défilage mécanique seul ne pouvant fournir une fibre comparable à la fibre rouie.

Il s'agit sous l'action de produits chimiques alcalins (lessives de soude ou de potasse, ammoniacale, carbonates alcalins), ou acides (chlorhydrique et sulfurique), ou encore neutres (sulfates, sulfites, phosphates, fluorures, citrates, sels d'ammonium, etc.) en solutions chaudes ou bouillantes, seuls ou associés à des mouillants (alcools gras, sulforicines, savons, etc.) ou à des émouillants (huiles végétales, savons, etc.) et des oxydants (eau oxygénée, perborates, chlorites, etc.), de solubiliser ou de transformer en substances entraînaables par des moyens mécaniques (lavage sous jet, essorage entre rouleaux, etc.) les matières pectiques et les gommes reliant les éléments fibreux entre eux.

Le choix des agents du dégomme et le réglage des procédés sont guidés par la nécessité d'obtenir une matière textile sous forme de filasses (faisceaux de fibres, tableau 97) et non, comme c'est le cas pour la ramie, sous forme de fibres unitaires (fibres élémentaires ou industrielles) de quelques millimètres de longueur qui seraient impropres au travail sur le matériel classique de filature de jute. L'action des agents de dégomme préconisés est d'autant plus marquée que la matière est plus fraîche. La réalisation pratique du traitement en continu consiste à faire passer les écorces dans plusieurs cuves ou dans des bassins placés les uns à la suite des autres et contenant successivement les solutions de dégomme, l'eau de rinçage, le bain de neutralisation et l'eau de lavage final. Les mises au point du matériel et des installations recherchent à faciliter le transport régulier de la matière, avec un maintien convenable du parallélisme des fibres permettant de traiter les écorces dans toute leur longueur, le mouvement des bains, l'élimination, par essorage, des sous-produits et des impuretés libérés au cours du traitement et la ré-utilisation éventuelle de bains ou de la régénération des produits actifs.

Tout semblait indiquer, vers les années cinquante, avec le développement des besoins en fibres jutières, la possibilité de substituer le dégomme chimique, rapide et précis, au rouissage bactériologique long et inconstant dans ses résultats. Pourtant aucune production industrielle de fibres jutières n'a tenté d'utiliser ce procédé d'extraction de la fibre de jute, de kénaf, de roselle et d'urena qui se limite toujours à la fibre de ramie.

Tableau 97 - Filasse sèche de kénaf, en pourcentage de lanières sèches rouies ou dégommées, et technologie

Essais I.R.C.T.	Lanières rouies				Lanières dégommées			
	Filasse %	Finesse Nm	Ténacité km	Indice Rigidité	Filasse %	Finesse Nm	Ténacité km	Indice Rigidité
Congo 1955	67	252	36		57	342	34	
	65	235	35		53	330	33	
Algérie 1956	50	200	33	1,70	39	220	28	1,50
	51	180	34	1,70	41	235	26	1,45
	54	210	33	1,60	47	235	34	1,60
	51	200	34	1,60	40	300	26	1,50
	52	210	30	1,70	43	280	32	1,60

10.5. CLASSEMENT DE LA FILASSE

Tous les cultivateurs savent que les filasses de kénaf et de roselle manifesteront une qualité d'autant supérieure qu'ils auront, dans des conditions favorables de sol, de climat et d'approvisionnement en eau de rouissage, pu mener à bien la culture d'une variété adaptée et l'extraction de la fibre. Cela se traduit par une filasse bien développée, longue et mature pour une bonne culture, de belle couleur brillante, résistante et souple pour un rouissage parfait, et sans noyaux de dureté et de nœuds pour une finition correcte.

Le classement de la filasse est fondé sur une certaine qualité, définie par expérience, pour répondre aux besoins des filateurs. Tout en étant liée à la variété et à l'endroit précis de sa culture, elle se juge uniquement d'après la longueur et la couleur estimées à l'œil et la souplesse appréciée au toucher. L'arbitraire du classement des filasses de kénaf et de roselle, comme celle du jute, n'a jamais été limité par la mise au point d'un système de classification scientifique.

La plupart des négociants et des exportateurs utilisent la classification du kénaf thaïlandais (200, tableau 98) qui comprend 5 catégories pour la filasse longue : Super, A, B, C, D, et 2 pour les pieds (*cuttings*) et la filasse enchevêtrée (*tangles*), tout en préférant souvent se limiter aux trois classes de la classification simplifiée de Boote (31b, tableau 99).

Tableau 98 - Classification de la filasse longue de kénaf (Office of Commodity Standards, Bangkok, Thaïland, 1969)

Caractères	Grades				
	Super	A	B	C	D
Longueur minimum	1,50 m	1,50 m	1,25 m	1,00 m	non spécifiée
Propreté	propre	propre	moyennement	non spécifiée	non spécifiée
Couleur	blanc brillant	blanc	blanc grisâtre	foncé	très foncé
Souplesse	très souple	souple	moyennement	légèrement	non spécifiée
Points durs	non admis	rare	quelques-uns	non spécifiés	non spécifiés
Bout du pied	non admis	non admis	< 10 cm	non spécifié	non spécifié
Bout du sommet	non admis	non admis	non admis	non spécifié	non spécifié
Matières étrangères	< 1,0 %	< 1,5 %	< 2,0 %	< 3,0 %	< 5 %

Différentes études qui ont été réalisées par des laboratoires américains (10, 197, 279), anglais (249), indiens (24, 25, 125) travaillant sur le jute pour déterminer et mesurer les caractéristiques pouvant faciliter un classement scientifique adapté aux besoins des filateurs, n'ont abouti à aucune application pratique. Chaque laboratoire a ses méthodes personnelles de mesure et surtout de prise et de préparation des échantillons. L'I.R.C.T., pour sa part, a seulement cherché à mettre en évidence l'influence relative des opérations culturales (densité de semis : tableaux 44, 44bis, époque de coupe : tableau 76bis, des techniques de rouissage et de dégommage : tableaux 95, 97, et des modes de finition : tableau 96) sur les caractéristiques des filasses de kénaf et de roselle, qui jouent un rôle important dans leur utilisation en filature. Il s'agit de la finesse, de la ténacité et de la souplesse (220, 221, 222).

Tableau 99 - Bast Fibre Grading (BOOTE, 31b)

Caractères	Catégories		
	Bonne	Moyenne	Inférieure
Rouissage	Supérieur à bon	Moyen	Médiocre à mauvais
Résistance	Supérieure à bonne	Moyenne	Faible à détériorée
Finesse	Très fine à fine	Moyenne	Faible à grossière
Propreté	Propre	Peu de défauts	Beaucoup de défauts
Couleur	Blanc lustré	Blanc irrégulier	Blanc brunâtre ou foncé
Longueur	> 1,20 m	< 1,20 m	< 90 cm

La finesse de la filasse est appréciée par le numéro métrique (Nm) qui représente le nombre de kilomètres de filasse équilibrant 1 kilogramme, soit le rapport du nombre de brins (n) de 10 cm d'un échantillon de filasse ayant subi un simple peignage (Nm) ou très poussé jusqu'aux brins unitaires sans ramifications (Nm₂) sur la masse en grammes ($Nm = n \cdot 0,10 \text{ m/masse g}$). Plus la fibre est fine, plus les brins sont nombreux pour une même section, plus le Nm est élevé (tableaux 100 et 101). La ténacité, ou longueur de rupture (L), est exprimée par le nombre de kilomètres de fibre supposée indéfinie qui se romprait sous son propre poids. Elle est obtenue par le rapport de la somme des valeurs de rupture en kilogrammes (F) de paquets de quelques brins de 10 cm, sur le poids en grammes ($L \text{ km} = F \text{ kg} / 10 P \text{ g}$). La souplesse est caractérisée par l'indice de rigidité (IR) mesuré par la méthode TCHOUBAR (252). C'est l'inverse du nombre de secondes (T) que met une éprouvette de filasse de 15 cm pesant 0,1 g et ayant subi 15 tours de torsion pour revenir à son point mort ($IR = 15/T \text{ secondes}$). L'indice est sérieusement abaissé par assouplissage accompagné d'un ensimage approprié, la plasticité maximum étant voisine de 1. Les filasses dures (abutillon, sisal) ayant une rigidité supérieure à 2 (respectivement 2,2 et 2,5) ne peuvent servir qu'à la ficellerie ou à la corderie (tableau 100).

Tableau 100 - Caractéristiques technologiques moyennes des fibres végétales en filasse

Espèce	Finesse du brin		Ténacité km	Indice Rigidité	Emploi
	Nm	Nm ₂			
Ramie (dégommage chimique)	2000-25000				
Jute (rouissage)	200 - 300	300-400	> 35	1,55 - 1,70	Chaîne
Hibiscus (rouissage)	150-250	200-300	28-35	1,70-1,80	Chaîne, Trame
Abutilon (rouissage)	85	142	35	2,0-2,2	Ficellerie
Sisal (défibrage)	30-35	-	50	2,2-2,5	Corderie

Comparativement à la filasse du jute, la filasse de kénaf est plus grossière (Nm entre 150 et 200 au lieu de 200 à 300), généralement moins résistante et plus cassante (28 à 35 km au lieu de plus de 35 km) avec un indice de rigidité supérieur (1,70 à 1,80 au lieu de 1,55 à 1,70). La roselle produit une filasse dont les caractéristiques se situent souvent entre celles du kénaf et du jute (tableaux 100 et 101). Elles nécessitent un assouplissage et un ensimage soignés pour être utilisées en chaîne, les plus grossières et les "cuttings" ayant souvent un simple rôle de remplissage dans la trame.

Tableau 101 - Caractéristiques technologiques des filasses rouies par l'I.R.C.T.

Espèce	Echantillon	Finesse du brin		Ténacité km	Emploi
		Nm	Nm ₂		
Kénaf	Soudan précoce, Mali 1964	136	206	30	Trame
	Soudan tardif, Mali 1964	179	269	38	Chaîne
	Soudan précoce, R.C.I. 1969	135	170	29	Trame
	BG 52-1, R.C.I. 1969	148	186	27	Trame ou chaîne
	G-4, R.C.I. 1969	161	202	31	Chaîne
	Soudan précoce, Haute Volta 1969	166	223	26	Chaîne
Roselle	THS 22, R.C.I. 1968	175	272	29	Chaîne
	THS 22, R.C.I. 1969	179	257	29	Chaîne
	THS 22, R.C.I. 1969	159	206	34	Chaîne
	THS 22, Haute Volta 1969	164	212	28	Chaîne

XI. PRODUCTION DES GRAINES

Le succès de la production de fibres d'hibiscus textiles est assuré, avant tout, par le semis de graines sélectionnées, traitées aux fongicides et bien conservées. En culture paysanne et manuelle, il est souhaitable de les distribuer chaque année à raison de 20 à 25 kg/ha pour le kénaf et de 15 à 20 kg pour la roselle, en provenance d'un système permanent de multiplication de semences confié à un organisme qualifié. En culture industrielle et mécanisée, une économie de graines de l'ordre de 5 kg/ha est possible.

Les résultats expérimentaux concernant la conduite de la culture sont moins nombreux pour la production de graines ; cependant par rapport à la production de la fibre, l'obtention de semences comporte des conditions particulières de culture. Il s'agit pour un lieu donné (latitude et variété) de semer le kénaf et la roselle (date et densité) de façon à obtenir de bons rendements (fumure, entretien et défense) en graines récoltables facilement manuellement ou mécaniquement (hauteur, ramifications et époque de coupe des tiges), en conservant leur pouvoir germinatif (conservation et stockage) dans des structures de multiplication de semences (systèmes de multiplication).

11.1. LATITUDE ET VARIETES D'HIBISCUS TEXTILES

La production des semences de kénaf et de roselle est réalisable dans toutes les zones tropicales et méditerranéennes où la durée des jours courts décroissants est inférieure à la "photopériode critique" (Pc) de la variété choisie, pendant les 5 à 8 semaines de la floraison utile (tableau 102), avec une température minimale restant nettement supérieure à 10°C, pendant les deux bons mois que dure la maturité de l'ensemble des capsules (36). L'absence de pluies pendant cette période facilite la récolte et le séchage des graines.

Tableau 102 - Phases de développement du kénaf (K) et de la roselle (R) au Bénin (41) et au Mali (93)

Essais	Variété	Semis date	Début floraison		Maturité graines		Poids kg/ha graines
			date	nb jours	date	nb jours	
Bénin	Soudan précoce (K)	15/7	21/9	69	13/12	83	600
	Pawkeo (R)	15/7	31/10	109	27/12	57	1057
	Soudan tardif (K)	27/6	6/11	133	15/1/67	70	849
Mali	Soudan précoce (K)	27/6	5/9	71	24/11	80	281
	Pawkeo (R)	27/6	25/10	121	22/12	58	341

La production de graines des variétés des groupes "tardif" ($P_c < 12h15$) et "très tardif", particulièrement les variétés de roselle ($P_c < 11h45$) est très faible ou impossible au voisinage de l'Equateur dont la durée du jour n'est jamais inférieure à 12 heures (Arnoux et Franquin, 1960), les variétés des autres groupes pouvant fleurir toute l'année. Entre 5° et 15° de latitude, les variétés de tous les groupes donnent des graines, celles des groupes "précoce" et "très précoce" fleurissant toute l'année (tableau 20 de la première partie, page 36). Dans le Sud de la France, seules les variétés du groupe "très précoce" produisent des graines, les variétés "précoces" et semi-précoces" entrant en floraison début octobre, au moment de l'apparition des premières gelées (fig. 11, tableau 22 de la première partie, pages 38 et 39). C'est ainsi qu'au-delà des Tropiques du Cancer et du Capricorne, à partir des latitudes 30°, la production de semences des variétés les plus productives localement en tiges et en filasses est de plus en plus réduite et devient impossible après 40° de latitude, dans de nombreux pays de la bordure nord de la Méditerranée (36) comme au Nord de la Chine (161).

11.2. DATE DE SEMIS

La date de semis optimale doit permettre d'obtenir un développement satisfaisant des tiges et de favoriser une floraison utile (ou bonne capsulaison) pour assurer un rendement convenable en graines à l'hectare. C'est-à-dire, elle doit éviter de provoquer :

- un déclenchement d'une première floraison en jours courts mais à durée croissante, de faible volume et sans formation de capsules, qui nuit à la capsulaison de la seconde floraison (tableau 17 de la première partie, page 29 et tableau 103, 142) en augmentant la chute des capsules (*shedding*) à plus de 90 % ;

- b) un déplacement du début de floraison vers des jours plus courts que la photopériode critique de la variété, à moins que l'objectif soit de récolter sur des tiges fines et courtes (tableau 104) même au détriment du rendement (1, 36, 56, 77, 116, 150, 191, 271, 277).

Tableau 103 - Influence de dates de semis précoces sur la floraison et la capsulaison d'une variété de kénaf précoce (Deroua rouge) au Tadla (Maroc, 33°22'N)

Date Semis	Date Floraison	Hauteur cm	Nombre/plant		Shedding %
			Fleurs	Capsules	
14/03/58	juillet et septembre	310	16,4	1,2	92,6
24/03/58	juillet et septembre	323	14,3	1,3	91,2
3/04/58	juillet et septembre	305	18,4	0,6	96,8
19/04/58	septembre	307	20,4	9,6	51,4
29/04/58	septembre	285	9,5	6,6	31,3
9/05/58	septembre	271	6,0	4,7	23,1

Tableau 104 - Influence de dates de semis tardives sur la production de graines d'hibiscus textiles

Roselle (THS 22), Parakou, Bénin 9°30'N							
Date de semis	Essai 1975					Essai 1976	
	Apparition 1 ^{ère} fleur		Hauteur cm	Graines		Production graines	
	Date	Nb jours		kg/ha	%	kg/ha	%
15/05	13/10	151	313	649	100		
15/06	18/10	125	244	519	80		
15/07	30/10	107	176	247	38		
15/08	10/11	87	131	290	45	288	100
1/09	24/11	84	62	87	13	172	60
15/09	2/12	78	52	32	5	77	27
1/10	16/12	76	39	10	2	49	17
Kénaf (BG 52-38-2) Koni, Mali, 12°30'N							
Date de semis	Densité/ha 1000 plants	Hauteur cm	Nb capsules par plante	Récolte graines		Poids g 1000 graines	Taux germination
				Date	kg/ha		
19/07/77	128	223	17,4	30/11/77	482	29,0	89 %
1/09/77	263	110	7,1	22/01/78	227	26,3	71 %

Les essais effectués en Centrafrique (45), au Nigeria (22) et au Bénin (40, 175) recommandent d'installer les cultures semencières dès le commencement de la saison des pluies, après les semis des cultures destinées à l'extraction de la filasse textile afin, d'une part, que les variétés les plus précoces n'entrent pas deux fois successivement en floraison et, d'autre part, que la phase de végétation soit plus longue que la phase juvénile (chapitre 3.1 de la première partie, page 30), allant au-delà de deux mois pour les variétés semi-précoces et trois mois pour les variétés tardives (tableau 105).

Tableau 105 - Dates de semis pour la production de semences d'hibiscus textiles en Afrique de l'Ouest et Equatoriale ; (n) nombre d'essais

Latitude N Début pluies	Bambari (RCA) 5°45'N Juin				Samaru (Nigeria) 10°0'N Juin		Parakou (Bénin) 9°30'N Fin mai		M'Pesoba (Mali) 12°30'N Juin	
	BG 52-1 (1)		Roselle (2)		Cuba 108 (2)		THS 22 (1)		Kénaf 129 (1)	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
15/05			469	81			649	100		
1/06			575	100						
15/06	1280	99	495	86	1304	93	519	80	333	81
1/07	1290	100	433	75	1391	100			410	100
15/07	1220	94			1071	77	247	38	311	76
1/08	1210	94							315	77

11.3. DENSITE DE SEMIS

Contrairement à l'obtention de filasse par la production de tiges élancées sans ramifications, la multiplication de semences du kénaf et de roselle nécessite des tiges peu développées et ramifiées par des écartements au semis allant de 30 cm à 1 mètre entre les lignes et variant de quelques cm à 75 cm sur la ligne (91, 211, 223, 225, 245, 270, 273). Le plus souvent, la densité au semis ne dépasse pas 100 000 plants à l'hectare en récolte manuelle, et peut atteindre 500 000 à 600 000 plantes en récolte mécanique (55, 77).

Dans les limites allant de 20 000 à 500 000 plantes à l'hectare, le rendement en graines de kénaf augmente (tableaux 106 et 107), malgré une diminution de la longueur de la hampe fructifère (tableau 108) et du nombre de capsules par plante (tableau 106). Par contre, pour la roselle, les grands écartements sont plus favorables au rendement en graines en raison d'une part d'une fonte aux semis plus réduite (tableau 42) et d'autre part d'une forte tendance à la ramification de la tige centrale, laquelle est amplifiée par un écimage à 50 cm du sol environ, 8 semaines après le semis. Cette pratique du rabattage des tiges de roselle augmente le rendement en graines surtout aux densités supérieures à 300 000 plantes à l'hectare (tableau 109), mais devient pratiquement inefficace au-delà de la dixième semaine après le semis (tableau 110).

Tableau 106 - Production de graines de kénaf (Cuba 108) à Ferkessédougou (Côte d'Ivoire, 9°45'N)

Ecartements cm	Densité ha 1000 plantes	Production graines		Par plante			Graines avortées %
				Nb capsules	poids des graines (g)		
		kg/ha	%		bonnes	avortées	
30 x 40	83	591	77	27	5,8	5,7	49
30 x 30	111	550	71	22	7,2	3,8	34
30 x 20	166	746	97	24	6,7	4,5	40
30 x 10	333	633	82	26	7,0	4,8	40
30 x 05	666	767	100	18	3,7	4,8	56

Tableau 107 - Influence de la densité de semis sur la production de graines de kénaf et de roselle

Densité/ha 1000 plants	Kénaf			Roselle	
	Mali Kénaf 129	Côte d'Ivoire Cuba 108	Nigeria Cuba 108	Côte d'Ivoire THS 22	Bénin THS 22
25 - 50	94	-	-	-	108
50 - 100	100	100	100	100	100
100 - 200	-	110	117	87	83
200 - 300	-	107	146	77	63
> 400	-	130		57	68

Tableau 108 - Importance de la hampe fructifère du kénaf (Kénaf 129) suivant les écartements (Mali 1972, 12°30'N)

Variables	Ecartements (cm)					
	66 ⁽¹⁾			100 ⁽¹⁾		
	50 ⁽²⁾	30 ⁽²⁾	20 ⁽²⁾	50 ⁽²⁾	30 ⁽²⁾	20 ⁽²⁾
Hauteur tige (cm)	252	285	254	244	250	264
Hampe fructifère (cm)	82	74	73	83	79	64
Rapport hampe/tige (%)	33,6	29,7	27,8	32,9	30,3	25,3
Graines kg/ha	430	480	471	487	475	493
Nombre plants/ha (1000)	30	50	76	20	33	50

⁽¹⁾ Ecartements entre lignes

⁽²⁾ Sur la ligne

Tableau 109 - Production de graines de roselle (THS 22) à Parakou (Bénin, 9°30'N) en fonction de la densité de semis, avec écimage (E) ou sans écimage (NE)

Ecartements		Hauteur (cm)		Nb branches		Nb capsules		Graines kg/ha		Gain %
cm	1000 plants/ha	NE	E	NE	E	NE	E	NE	E	
60 x 60	28	305	286	2	5	16	21	507	531	+ 5
60 x 20	83	315	269	2	6	16	20	471	572	+ 21
30 x 30	111	275	261	1	4	11	15	391	467	+ 19
30 x 10	333	255	235	1	2	8	9	298	460	+ 54
30 x 5	666	284	270	1	3	11	16	322	518	+ 60
Moyenne		286	262	1,4	4,0	12,4	16,2	397	509	+ 28

Tableau 110 - Rendement en graines de roselle en relation avec l'époque d'écimage, à Bambari (R.C.A., 5°45'N)

Graines	Sans écimage	Epoque d'écimage (semaines après les semis)		
		8	10	12
kg/ha	124	448	421	153
%	100	361	340	123

Finalement, le choix d'un écartement pour la production de graines d'hibiscus textiles sera un compromis à trouver entre le développement en hauteur de la tige, les possibilités de ramification, la date de semis et les quantités de graines disponibles en fonction des objectifs à attendre : kénaf ou roselle, récolte manuelle ou mécanique, coefficient de multiplication élevé (rapport de la quantité de graines récoltées à la quantité de graines semées). En culture bien établie, l'objectif sera d'obtenir la production optimale de graines à l'hectare avec une densité minimale de plantation d'environ 100 000 plants à l'hectare pour les variétés de roselle et de l'ordre de 200 000 plants à l'hectare pour les variétés de kénaf en récolte manuelle et avec plus de 500 000 plants à l'hectare semés tardivement en récolte mécanique, soit des semis de 10 à 20 kg de graines à l'hectare ayant une faculté germinative supérieure à 75 %. En début de multiplication d'une variété, c'est plutôt le nombre d'hectares grainetiers semés que le rendement à l'hectare qui accélère la diffusion de la variété, la densité de plantation pouvant être réduite aux environs de 20 000 plantes avec des semis de 1 à 2 kg de graines à l'hectare.

11.4. CONDUITE DE LA CULTURE

La conduite de la culture concerne la fertilisation, l'entretien et la défense de la culture.

11.4.1. Fertilisation

En l'absence de résultats expérimentaux sur la fertilisation des cultures semencières de kénaf et de roselle, les productions organisées ont généralement reçu les fumures utilisées pour la production de fibres. Les quelques essais réalisés en Centrafrique (tableau 111) et au Bénin (tableau 112) montrent le bien-fondé de cette pratique ; l'apport de 55 unités d'azote sous forme de 70 kg/ha de sulfate d'ammoniaque, associé à 80 kg/ha de phosphate d'ammoniaque et 50 kg/ha d'urée au moment du semis donnent une augmentation de production en graines de 33 %. L'essai soustractif réalisé à Parakou au Bénin (tableau 113) met en évidence les besoins en potassium dès la première année de culture. Aux Philippines, le meilleur rendement en graines de kénaf atteint 803 kg/ha pour une densité de semis de 300 000 plants/ha ayant reçu une fumure NPK 75-50-50 kg/ha (54, 55).

Tableau 111 - Réponses des productions de semences et de fibres de roselle aux équilibres entre 2 éléments minéraux, pour un apport de 10 000 équivalents à l'hectare, exprimées en pourcentage du témoin sans engrais (méthode des coupes, Banbari, Centrafrique, 1966, 45)

Production	Sans engrais		Fumure 10 000 équivalents/ha								
			100			70/30					
	kg/ha	%	N	P	S	NP	NS	PN	PS	SN	SP
Graines	451	100	129	124	132	133	125	134	115	107	128
Fibres	665	100	191	118	114	212	204	169	107	157	126

Tableau 112 - Réponses des productions de semences et de fibres de roselle aux doses croissantes de l'élément azoté, exprimées en pourcentage du traitement ayant reçu 55 unités de N (Parakou, Bénin, 1970, 40)

Production	Sans engrais		En % suivant les unités d'azote		
	kg/ha	%	30	55	75
Graines	561	75	88	100	94
Fibres	738	60	82	100	92

Tableau 113 - Rendements en graines de roselle à Parakou, Bénin (essai soustractif, 40)

Traitements	Après Jachère 1969		Après Roselle 1969		Moyenne	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
NSPK (vulgarisable)	819	100	726	100	779	100
NSP (- K)	694	85	601	83	654	84
NSK (- P)	859	105	718	99	798	102
NKP (- S)	704	86	630	87	672	86
SKP (- N)	538	66	600	83	565	73
Témoin 0	571	70	619	85	591	76

11.4.2. Entretien

Les champs semenciers avec des densités souvent inférieures à 100 000 plants à l'hectare se défendent encore plus mal (tableau 114) que les cultures destinées à l'obtention de la fibre dont les densités sont 4 à 5 fois plus élevées, les pertes en rendement passant de moins de 50 % à plus de 60 % (chapitre 8.2). L'emploi des herbicides réclament les mêmes précautions que pour la production des fibres (chapitre 8.2.2) et peuvent provoquer des chutes de rendement importantes, supérieures à 20 % (tableau 115). Le mélange "amétryne-prométryne" (gesaten) et l'"alachlore" (lasso) sont utilisables aux doses inférieures, respectivement à 2,5 kg/ha et 3 l/ha des produits commerciaux. Que le désherbage soit manuel ou mécanique, un sarclage supplémentaire peut être nécessaire aux faibles densités, avant le déclenchement de la floraison.

Tableau 114 - Production de graines (Kénaf 129) et pratique du sarclage (N'Tarla, Mali, 93)

Traitement	Densité plantes	1972 graines		1973 graines	
		kg/ha	%	kg/ha	%
2 sarclages	25 500	408	100	660	100
Pas de sarclage	21 500	56	14	279	42

Tableau 115 - Production de graines (Kénaf 129) après applications d'herbicides, exprimée en pourcentage du témoin sarclé (N'Tarla, Mali, 94)

Produit commercial	Dose ha	Graines %	Produit commercial	Dose kg/ha	Graines %
Karmex (diuron)	1,0 kg	72	Gesaten (amétryne + prométryne)	1,8 kg	84
	4,0 kg	35		2,7 kg	56
	6,0 kg	4		3,6 kg	45
Cotoran (fluometron)	1,8 kg	71	Lasso (alachlore)	2,4 l	103
	2,0 kg	67		3,2 l	79
	3,0 kg	20		6,4 l	57

11.4.3. Défense

Pour assurer la protection de la floraison et la maturation des capsules après avoir protégé le développement des tiges (chapitre 8.3.2), il est souvent nécessaire d'envisager 2 à 3 traitements insecticides à base de HCH (0,5 à 1 kg/ha m.a.) et de Lindane (150 à 300 g/ha m.a.) ou de produits en pulvérisation à très faible volume (ULV) pour réduire les populations de *Dysdercus* (tableau 116).

Tableau 116 - Protection de la floraison et de la capsulaison du kénaf et de la roselle par des traitements ULV (Nuvacron C 500) au Mali, 1978 (96)

BG 52-38-2 (Kénaf) Récolte 14/12			THS 22 (Roselle) Récolte 12/12		
Traitements Dates	Graines		Traitements Dates	Graines	
	kg/ha	%		kg/ha	%
15/9	268	100	29/10	399	100
15/9 - 29/9	421	160	29/10 - 13/11	464	116
7/9 - 15/9 - 29-9	454	173	14/10 - 29/10 - 13/11	467	117

11.5. RECOLTE

La qualité des semences dépend des conditions de récolte des champs, de la multiplication et de la conservation avant les prochains semis.

11.5.1. Pratique de la récolte

La récolte des graines s'effectue en coupant à la machette la tige ou au sécateur les sommets des tiges et des ramifications porteuses de capsules, au moment du jaunissement de la majorité des capsules pour les variétés de kénaf indéhiscents et à l'ouverture des premières capsules pour les variétés de kénaf déhiscents et les variétés de roselle (tableau 117). Il ne faut pas cependant récolter trop tôt ces dernières variétés sous prétexte de quelques pertes car les graines immatures ont une faible faculté germinative (tableau 118).

Tableau 117 - Période de récolte des graines de kénaf et roselle à Bambari (Centrafrique, 1966 et 1967, 45)

BG 52-1 (Kénaf)				Pawkeo (Roselle)				
Maturité des capsules	Date	Graines		Carpelles brunes ouverture	Calice ouverture	Date	Graines	
		kg/ha	%				kg/ha	%
50 %	19/10	1160	100	non	légèrement	24/11	1130	97
100 %	3/11	1350	116	légèrement	totale	30/11	1172	100
				totale	totale	7/12	937	80
				totale	totale	14/12	637	55

Tableau 118 - Influence de la maturité des capsules de kénaf (Kouban 469) à la récolte sur la faculté germinative des graines (I.R.C.T. Montpellier 1978, 130)

Apparence des capsules	Couleur des graines	Pourcentage de germination après		
		24 heures	48 heures	4 jours
verte	blanche	4	16	16
verte	grise	28	96	98
jaune	grise	25	100	100
déhiscente	grise	20	94	96

Les tiges ou les hampes porteuses de capsules sont séchées sur le champ pendant 3 à 4 jours, puis rassemblées en petites bottes de 15 à 20 cm de diamètre qui sont dressées en moyettes sur le champ ou suspendues sous un abri en attendant le battage au fléau. Dans le cas de petites multiplications, les capsules sont arrachées ou coupées des tiges pour être ouvertes par une décortiqueuse à riz (19). Sur les centres de multiplication de semences bien équipés des organismes de développement, les tiges ou les hampes séchées sont passées dans des batteuses et les graines sont nettoyées au tarare. En U.R.S.S., dans l'état d'Ouzbékistan (112), les bottes de tiges non déliées sont peignées dans une batteuse (MK-6) qui arrache les capsules avant de séparer et de nettoyer les graines, les bottes de tiges ressortant liées.

La récolte des champs semenciers est très désagréable pour la main-d'œuvre en raison des épines et des poils urticants des tiges et des capsules, spécialement pour de nombreuses variétés de kénaf, au point que les responsables agricoles du Bénin avaient limité la culture des hibiscus textiles aux variétés de roselle. Aux U.S.A. et au Guatemala (253), l'emploi de moissonneuses-batteuses n'a pas donné de résultats satisfaisants sur des semis traditionnels (date et densité), l'approche d'une solution étant peut-être d'utiliser ces récolteuses sur des tiges plus fines, courtes et non ramifiées porteuses de 3 à 5 capsules obtenues par des semis tardifs à densité élevée (chapitre 11.2).

11.5.2. Mode de conservation

La capacité de conservation d'une semence dans un milieu donné dépend pour une large part de son passé avant le stockage et ensuite le maintien de la qualité des semences est sous la dépendance de l'humidité relative et de la température du milieu de stockage (86).

En Afrique, dans les zones à une saison sèche bien située dans le temps, le choix de variétés à photopériode critique utilisant au mieux la saison des pluies pour la croissance des tiges permet, dans des conditions favorables à la qualité des semences, la maturation des graines au début de la saison sèche et leur récolte au milieu de cette saison. La faculté germinative des graines est généralement supérieure en dépassant 90 % dans les zones nord de Centrafrique, du Bénin, de Côte d'Ivoire et du Mali, notamment dans le périmètre irrigué de l'Office du Niger, que dans les zones sud de ces pays où les fins de saisons de pluies sont plus étalées. Dans les zones méditerranéennes, les graines de capsules mûres de kénaf (Kouban 469) ayant subi une gelée perdent les 2/3 de leur faculté germinative : 27 % au lieu de 94 % (130).

La conservation des graines est d'autant plus aisée que la saison sèche est plus longue, la faculté germinative des graines ne se conservant que quelques mois dans les conditions climatiques des zones humides, comme celles de la vallée du Niari au Congo et se maintenant plusieurs années à N'Tarla au Mali (tableau 119). Le maintien de la faculté germinative est souvent facilité par l'action sanitaire de fongicides organo-mercuriques qui éliminent principalement les spores de *Colletotrichum* sur les téguments (chapitre IV de la première partie, p. 43). Cependant, la désinfection des semences ne peut compenser une conservation mal protégée des variations d'humidité (tableau 120).

Le pourcentage d'humidité des graines ayant été ramené à moins de 10 %, de préférence entre 6 à 8 %, par un séchage artificiel ou plus économiquement au soleil dans la plupart des pays africains et la désinfection ayant été réalisée avec un composé organo-mercurique volatil, la conservation de quantités importantes de graines peut se faire sur une à deux années en touques hermétiques qui assurent une meilleure protection contre l'humidité que les sacs plastiques eux-mêmes plus efficaces que les sacs tissés et surtout que l'emmagasiner en vrac (137). La conservation sera d'autant plus durable que le stockage de ces graines s'effectuera dans des locaux aux températures ambiantes les plus faibles (138, 139, 169, 261). En chambre froide entre 3 et 5°C avec une humidité inférieure à 50 %, des petites quantités de graines stockées en boîtes plastiques fermées hermétiquement peuvent conserver sans altération leur faculté germinative pendant plus d'une dizaine d'années (chapitre 5.8 de la première partie, p. 70, tableau 121).

Tableau 119 - Evolution de la faculté germinative en %

Lieu	Variété	Traitement	Durée				
			1 mois	3 mois	4 mois	6 mois	1 an
Madingou (Congo)	Soudan P	non traité	74	84	77	74	13
		Mercoran 2 ‰	89	85	87	81	19
		Granosan 2‰	86	84	82	80	5
		Rhodia	92	91	88	82	8
N'Tarla (Mali)	Soudan P	non traité	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
		Gammoran H 2‰	71				
	Pawkeo	non traité	97	99	74	14	0
		Gammoran H 2‰	53				
			93	89	61	16	0

Tableau 120 - Faculté germinative (%) de graines de roselle (Pawkeo) suivant la qualité de la conservation et le traitement fongicide (96)

Qualité de la conservation	Témoin non désinfecté	Fongicide à 4 ‰	
		Granopera	Orthocide 75
Bonne	85	86	84
Mauvaise	35	39	38
Chute %	59	55	55

Tableau 121 - Conservation des graines d'hibiscus textiles en chambre froide (entre 3 et 5°C) à Montpellier, France (130)

N° échantillon	Espèce	Variété	Condition- nement	Année de récolte	Germination (%)				Nombre années
					1976	1980	1981	1982	
1	Roselle	THS 22	sac	1973	95	92	90	54	9
2	Roselle	THS 22	sac	1974	94	95	91	81	8
5	Roselle	THS 22	boîte	1974	94	96	82	90	8
4	Roselle	THS 22	boîte	1976	-	60	61	57	6
9	Kénaf	Soudan P	boîte	1970	99	73	63	58	12
11	Kénaf	Soudan P	boîte	1973	87	93	92	85	9
8	Kénaf	Soudan P	boîte	1970	76	64	31	33	12
10	Kénaf	Andalucia	boîte	1966	96	93	82	82	16
7	Kénaf	BG 52-38	boîte	1974	90	93	75	66	8
3	Kénaf	BG 52-38	boîte	1976	-	96	90	95	6

Les graines en excédent peuvent être utilisées pour les huileries, la teneur en une huile équivalente à celle des graines de cotonnier sans présence de gossypol dépasse les 20 %, la teneur étant supérieure chez les variétés de kénaf (4, 118, 251, 252). Les graines de kénaf écrasées et cuites entrent dans de nombreuses sauces au Mali (163).

11.6. MULTIPLICATION

Les rendements en graines des hibiscus textiles sont très variables dans toutes les zones de culture en Afrique, comme en Asie et aux Etats-Unis suivant les conditions climatiques, la date de semis, la conduite de la culture et le mode de récolte. La production de semences à l'hectare dans un même lieu peut ne pas dépasser 200 à 300 kg ou atteindre la tonne et demie (40, 45, 55, 75, 91, 93, 94, 96, 150, 225, 245).

Dans des conditions normales de culture (semis, engrais, entretien et traitements insecticides), la production de graines de kénaf et de roselle atteint 700 à 800 kg à l'hectare. En culture irriguée, le rendement à l'hectare peut largement dépasser la tonne.

A partir d'un noyau de graines sélectionnées de 400 à 500 g multiplié sur 3 ares en station, il est possible l'année suivante de semer 1 hectare sur une ferme semencière qui assurera en quatre années le renouvellement des graines nécessaires au semis de 3000 ha de kénaf ou de roselle (tableau 122).

Tableau 122 - Schéma de multiplication d'une variété

Année	Vague	Superficie semée (ha)	Graines (kg)	
			semées	produites
0	Station	0,03	0,5	15-20
1	Ferme	1	15	600
2	1 ^{ère} multiplication	20	500	10 000
3	2 ^{ème} multiplication	200	5 000	100 000
4	Culture générale	3 000		

En culture paysanne, il est souhaitable que les organismes de développement fournissent chaque année les semences nécessaires aux semis des agriculteurs, en rendant permanent le système de multiplication de préférence en dehors de la zone de production de la fibre. En effet, dans toute production de semences paysannes individuelles, l'expérience a montré en Centrafrique, au Bénin comme au Mali, que la production de fibre se transformait progressivement en une culture à deux fins au détriment de la quantité et de la qualité de la fibre et des graines. De plus, dans ces conditions, la désinfection des semences n'est pas pratiquée et leur conservation est souvent aléatoire.

XII. MODES DE PRODUCTION DES FIBRES ET GRAINES

L'implantation d'une culture de kénaf et de roselle en Afrique pour une production de fibres destinées à la sacherie n'est pas une opération aisée, même si de nombreux paysans savent traditionnellement obtenir ces fibres pour la fabrication de liens. Le mode d'implantation dépendra de la structure agraire des zones concernées. La phase culturale qui ne pose pas de problèmes particuliers est facilement mécanisable, tandis que l'extraction de la fibre ne peut être effectuée totalement de façon mécanique. Elle exige un traitement biologique soit d'une quantité très importante de tiges entières ou d'un volume plus réduit de lanières obtenues par des moyens mécaniques dispendieux.

La voie habituelle du développement d'une culture dans ces régions, avec l'appui de la recherche agronomique, commence par la production villageoise sur des parcelles isolées avant d'envisager le regroupement des agriculteurs sur des surfaces relativement modestes. Ensuite, il est possible aux organismes de développement de prendre le temps indispensable pour mettre au point une production plus ou moins mécanisée, en évitant les improvisations toujours onéreuses sur des grandes surfaces.

Le désavantage majeur de la progression de ces modes de culture est le temps nécessaire, généralement 5 à 10 ans, pour arriver à l'approvisionnement annuel des 2500 tonnes de fibres nécessaires à une sacherie fonctionnant 8 heures par jour. Avec la coopération technique de certains filateurs cherchant à fabriquer annuellement 8000 à 9000 tonnes de sacs en 3 fois huit heures dès la deuxième ou la troisième année de mise en culture, des complexes agro-industriels de plusieurs milliers d'hectares distribués à proximité de l'usine ont été installés au Mozambique, en Tanzanie, en Côte d'Ivoire, au Bénin et au Soudan, sans pouvoir atteindre les objectifs fixés. D'autres sacheries ont été montées au Cameroun, en Zambie et au Sénégal, sans la moindre tentative notable de développement de la culture des hibiscus textiles.

Avant de présenter les avantages et les inconvénients des différents modes de production : villageoise, collective et agro-industrielle, les données incompressibles économiquement qui sont le plus souvent communes à tous ces modes de production de fibre de kénaf et de roselle pratiqués en Afrique Tropicale, sont rappelées ci-dessous :

A savoir pour un hectare de culture :

- a) 20 kg de semences pour une densité de semis de l'ordre de 600 000 plantes,
- b) une fumure minimum 40N-50P-60K en kg/ha, comprenant par exemple 100 kg de phosphate d'ammoniaque associés à 50 kg d'urée et 100 kg de chlorure de potasse, la fumure optimale approchant 150N-100P-100K en kg/ha soit 445 kg d'ammonitrate et 400 kg (0-25-25),
- c) 2 litres de Tréflan ou 2 kg de Gesaten (80 % m.a.) à la place du premier sarclage,
- d) 1,5 litre/ha de Kilval,
- e) 30 à 40 mm de pluies hebdomadaires ou, à défaut, une irrigation de 40 mm pendant 8 à 12 semaines pour le kénaf et 16 à 20 semaines pour la roselle (109, 190),
- f) le transport du champ au routoir de 30 à 60 t de tiges fraîches, ou 10 à 20 t de tiges séchées sur le champ ou encore 3 à 6 t de lanières séchées.

A prévoir par tonne de fibre sèche attendue :

- a) 300 m³ d'eau pour le rouissage de tiges fraîches, soit environ 15 m³ d'eau par tonne de lanières mises au routoir (charge : 0,3 %),
- b) 50 m³ d'eau pour le rouissage de lanières fraîches, soit environ 3 m³ d'eau par tonne de lanières mises au routoir (charge : 2 %),
- c) 25 m³ d'eau pour le rouissage de lanières sèches, soit environ 1,5 m³ d'eau par tonne de lanières mises au routoir (charge 3,5 à 4 %).

Et, à compter une durée de rouissage en eau de 25 à 30°C de 8 à 12 jours pour les tiges fraîches, de 6 à 7 jours pour les lanières fraîches et 8 à 10 jours pour les écorces sèches ; dans une eau plus froide, le rouissage de ces dernières prend plus de 3 semaines.

12.1. PRODUCTION VILLAGEOISE DE LA FIBRE

La production villageoise est assurée sur des parcelles de 10 à 25 ares, le plus souvent isolées ou regroupées en blocs de surface modeste, dépassant rarement 1 ou 2 hectares. Toutes les opérations sont manuelles, le rouissage étant réalisé dans des points d'eau voisins, naturels ou sommairement aménagés. L'organisation d'un encadrement agricole et la mise en place d'un système d'achat des fibres rencontrent des difficultés d'exécution, liées à la dispersion des parcelles.

Ce mode de culture concerne un grand nombre d'agriculteurs. Au Mali, pays où la majorité des paysans met toujours par tradition quelques plants de kénaf dans ses champs, la surface individuelle moyenne de kénaf et de roselle est passée de 5,8 ares en 1967 à 13,6 ares en 1973, après sept années de vulgarisation auprès de plus de 10 000 agriculteurs. En raison de cette progression très limitée généralisable à la plupart des pays africains, il faut, par tranche de production de 2500 à 3000 tonnes de fibres, cultiver de l'ordre de 3000 ha, intéressant 15 000 à 25 000 cultivateurs. Dans ces conditions, ce n'est jamais une culture principale mais seulement une culture de rente d'appoint qui ne limite en rien la production vivrière, en s'intégrant facilement dans les champs traditionnels ; les plantations d'hibiscus textiles sont placées soit en tête d'assolement soit après une culture vivrière dont les surfaces respectives permettent d'éviter, avant un délai de 3 à 4 ans, le retour de la plante textile sur la même sole. La juxtaposition sur une même parcelle d'une culture cotonnière et d'une plantation d'hibiscus textiles n'est pas incompatible, si l'agriculteur coupe les tiges normalement à l'apparition des premières fleurs, le kénaf et la roselle ayant très peu de parasites pendant la phase végétative. Par contre, un retard important dans l'opération de coupe permettant le développement des capsules peut favoriser la constitution d'un réservoir d'insectes parasites du cotonnier, notamment la pullulation de *Dysdercus*. Toutefois, la présence de maladies à transmission biologique pourrait se révéler comme un facteur non négligeable d'incompatibilité (chapitre 4.4.5 de la première partie, page 53).

Le tableau 123 donne pour chaque opération les temps de travaux à l'hectare de la phase purement agricole et de la phase d'extraction de la fibre, constatés en Centrafrique et au Mali et comparés à ceux des pays asiatiques (89), pour une production moyenne de 30 tonnes à l'hectare de tiges vertes fournissant 1,5 tonne de fibres. La seule économie possible en dépenses de travail pour le paysan est, en l'absence de moyens de transport attelé, de rapprocher la parcelle de kénaf ou de roselle des points d'eau, même au détriment de la qualité des terres. Le transport à dos d'homme de la production de 25 ares, 3 à 7 tonnes de tiges suivant le degré de séchage, n'est pas justifiable sur une distance champ-routoir supérieure à 1000 mètres. Le défibrage-lavage constitue un second facteur limitant des possibilités de culture des agriculteurs, surtout chez les paysans qui n'ont pas d'expérience traditionnelle. Ces agriculteurs ne peuvent espérer échapper au rouissage par la vente de leur récolte en tiges à un organisme disposant d'installations de rouissage. En plus des difficultés de transport de tiges en vrac et le coût d'installations, les ventes de tiges sont pratiquement impossibles en raison de la variation du taux d'humidité du matériel végétal suivant les époques de récolte, des durées de séchage et les conditions atmosphériques précédant la vente.

Tableau 123 - Temps de travaux, en jours à l'hectare, d'une production villageoise de kénaf ou de roselle

Opération	R.C.A.	Mali	Asie	Cambodge
Labour	48	25 à 40	20	
Semis	30	10 à 20	10	
Fertilisation et traitements	10	3 à 5	-	
Sarclages	20	15 à 25	15	
Coupe et mise en bottes	64	25 à 30	20	
Transport aux routoirs (< 1 km)	30	15 à 30	30	
Total phase agricole	202	93 à 150	95	
Mise à l'eau	18	10 à 10	10	} 60
Défibrage-lavage	} 96	65 à 80	60	
Séchage		3 à 3	} 14	} 6
Mise en torche		3 à 3		
Total phase extraction	114	81 à 96	84	66
Total production fibre	316	174 à 246	179	

La comparaison des chiffres de production journalière de l'extraction de la fibre comprenant la coupe des tiges, 12 à 16 kg de fibre par journée de travail en Asie pour 5 à 12 kg seulement en Afrique (tableau 124), met en évidence une plus faible rentabilité chez le paysan africain qui n'a pas la longue expérience des producteurs de l'Inde et du Bangladesh.

Tableau 124 - Productions journalières de fibres jutières

Pays	Fibre	Journées travail/25 ares	Production fibre	
			kg/25 ares	kg/journée
Inde (157, 237)	Jute	18	300	16,6
Bangladesh (52)	Jute	26	325	12,5
Asie (89)	Kénaf	31	375	12,1
Ghana (193)	Kénaf	33	280	8,5
Zaïre (236)	Urena	35	187	5,3
Centrafrique (52)	Roselle	52	375	7,2
Mali (93)	Kénaf, Roselle	30 à 39	375	12,5 à 9,6

12.2. PRODUCTION COLLECTIVE DE LA FIBRE

La concentration des cultures de kénaf et de roselle, au sein d'un regroupement des cultures paysannes d'un village africain présente de nombreux avantages en facilitant :

- la vulgarisation des opérations culturales et d'extraction de la fibre,
- l'intégration de cette culture aux autres actions de développement,
- la répartition du travail des agriculteurs,
- l'application de pratiques culturales plus rationnelles,
- l'amélioration des techniques de finition de la fibre,
- la possibilité de l'utilisation d'un matériel agricole plus perfectionné en culture attelée ou motorisée,
- la construction de routoirs collectifs permanents de 1000 m³ de volume utile, assurant le rouissage de la production de tiges de 15 ha par 4 à 5 rotations par campagne,
- et la simplification de l'organisation de la commercialisation.

Mais les inconvénients provoqués par ce regroupement des activités agricoles ne sont pas moins importants :

- la recherche de surfaces étendues d'un seul tenant amène à englober des terrains de valeur agricole très moyenne, à assurer une protection contre l'érosion, et à créer des chemins carrossables ;
- l'utilisation rationnelle des routoirs collectifs impose la conception d'un programme d'exécution pour les différents postes intervenant de la coupe à la finition de la fibre (coupe, stockage des bottes, transport, rouissage, défibrage et lavage), avec l'acceptation par tous d'une certaine discipline de travail ;
- et la mécanisation pose des problèmes d'achat et d'entretien du matériel (tracteurs, camions, semoirs, épandeurs, rampes de traitement).

Ces inconvénients sont liés aux notions prioritaires de productivité et de rentabilité qui, en raison de l'effort demandé, peuvent amener rapidement l'agriculteur à abandonner ce mode de culture.

Le tableau 125 donne pour chaque opération les temps de travaux à l'hectare, suivant les degrés d'intensification du mode de culture : totalement manuelle, attelée ou partiellement motorisée. La culture attelée, là où elle est pratiquée, permet d'exécuter plus commodément et plus rapidement certains travaux de la phase agricole, en particulier le labour et le transport des tiges aux routoirs. La motorisation des travaux précédents ainsi que les semis, limite le travail manuel aux sarclages, à la coupe et à la mise en bottes. L'obtention de lanières réduirait le temps de transport, mais les modes de préparation : manuelle ou avec des appareils de taille modeste à entraînement manuel ou motorisé (chapitres 9.4.1 et 9.4.2) ne donnent pas satisfaction aux agriculteurs, en raison de l'effort physique ou du coût pour un débit insuffisant.

Le regroupement des cultures d'un gros village ou de plusieurs villages envisageant des productions de kénaf et de roselle sur des blocs aménagés de plusieurs dizaines d'hectares conduirait inévitablement à créer un organisme qui disposerait du matériel agricole et des installations de rouissage, les agriculteurs devenant rapidement des salariés. Cette forte concentration collective qui n'a jamais été pratiquée jusqu'à présent pour les hibiscus textiles en Afrique, s'est soldée par un échec pour la production sisalière de Tanzanie.

Tableau 125 - Temps des travaux agricoles, en jours à l'hectare, pour le kénaf au Mali et au Cambodge

Opération	Mali			Cambodge
	manuelle	attelée	motorisée	motorisée
Labour	25	8	0,5 (tracteur)	tracteur
Semis	10	10	0,5 (semoir)	3
Epandages	3	3	0,5 (épandeur)	épandeur
Sarclages	15	10	10	10
Coupe et mise en bottes	25	25	25	30
Transport au routoir	15	10	2,5 (remorque)	remorque
Total phase agricole	93	66	39	43

12.3. PRODUCTION MECANISEE DE LA FIBRE

La mécanisation de la phase agricole et d'une partie de la phase d'extraction de la fibre de kénaf et de roselle n'est envisageable que sur des complexes agro-industriels de plusieurs milliers d'hectares, distribués à proximité de l'usine de sacherie à approvisionner en fibres ; ces usines disposent d'un atelier mécanique bien équipé et géré par un responsable très qualifié. En plus de la direction technique, des services administratifs et éventuellement d'un poste d'irrigation, il faut pouvoir engager une main-d'œuvre permanente et trouver des saisonniers disponibles au moment de la coupe et pendant la durée du rouissage. Le recrutement de main-d'œuvre temporaire a rencontré des difficultés souvent insurmontables à Parakou, au Bénin et à Abu Naama, au Soudan (35).

Cette infrastructure n'est concevable que pour des unités de 1000 ha (pour une production de 1500 à 1800 tonnes de fibres) :

- situées dans des zones agricoles à saison de pluies de 600 mm au moins d'une durée supérieure à 130 jours, ou avec des possibilités d'irrigations d'au moins 40 mm par semaine, permettant d'étaler la coupe sur 2 à 3 mois (dont plus d'un mois en saison sèche) par le choix judicieux de variétés à photopériodes critiques différentes ;
- ayant adopté le rouissage en lanières séchées afin de faire progresser la coupe indépendamment de la capacité des routoirs, d'étaler l'extraction de la fibre au-delà de la campagne agricole et de gagner des réductions importantes de poids et de volume au transport et au chargement des routoirs ;
- et équipées d'une batterie de 7 à 8 bassins de rouissage d'une capacité d'extraction de 35 tonnes de fibre par mise à eau (80 m x 14 m x 0,90 m) et faisant 7 à 8 rouissages de 10 à 15 jours sur une période de 3 mois.

Une longue période de coupe avec une première partie plus ou moins grande en saison des pluies suivant l'étalement désiré, crée des difficultés à l'obtention, au séchage et au rouissage des lanières. Les problèmes les plus importants sont l'impossibilité après une pluie de déplacer une délanière tractée ou automotrice dans les champs en état d'être récoltés, l'augmentation de la durée du rouissage avec l'élimination plus difficile au lavage d'écorces longuement conservées et les nombreuses pertes de matière fibreuse au cours des manipulations. De plus, aucun modèle de délanière ne donne entière satisfaction : déboisage souvent insuffisant et débit inférieur à 1 hectare par jour, pour un usage limité à 2 ou 3 mois par an.

Le nombre de jours de travaux effectués par la main-d'œuvre ainsi que le nombre d'heures d'utilisation des machines sont indiqués dans le tableau 126 pour les différentes opérations, de la phase agricole et de l'extraction de la fibre pour une production de 1000 ha de kénaf (Cuba, 108), suivant une étude de faisabilité effectuée au Soudan en 1980 (35). Il faut, pour obtenir la production de fibres d'un hectare, 113 jours de main-d'œuvre dont 3 jours de chauffeur, avec une quantité et une variété de matériel importantes et sous-utilisées, mais nécessaires à l'accomplissement des travaux en temps voulu. Pour une unité de 1000 hectares de kénaf, il faut une vingtaine de tracteurs de 60 chevaux équipés de 2 offsets, 3 semoirs, 3 rampes de traitement, 8 faucheuses, 25 délanières, 3 raffineuses, 8 remorques, 2 assouplisseuses et 2 presses. Les bâtiments indispensables, en plus du bureau et des logements du personnel, sont : 1 hangar de matériel, 1 atelier de réparation et 1 magasin de fibre.

Tableau 126 - Main-d'œuvre et machines pour la culture de 1000 ha de kénaf, à Abu Naama, au Soudan (35)

Opération	Nombre de jours		Nombre d'heures d'utilisation	
	Chauffeur	Ouvrier	Tracteur 60 CV	Autres machines
Nettoyage des parcelles		251		
Labour	95	95	760	760 (offset)
PREPARATION DU SOL	95	346	760	
Herbicide - épandage	32	64	254	256 (rampe)
- incorporation	69	69	550	552 (offset)
Semis engrais + graine	100	259	804	634 (semoir) 166 (remorque)
SEMS	201	392	1 608	
ENTRETIEN - Sarclage + Traitement		2 857		
Coupe	793	793	6 344	6344 (faucheuse)
Mise en tas		19 047		
COUPE DES TIGES	793	19 840	6 344	
Décorticage	1 190	23 214	4 762	19 047 (big campo)
Raffinage	238	16 666		3 809 (raffineuse)
Stockage	384	2 142	3 068	3 068 (remorque)
OBTENTION DES LANIERES	1 813	42 022	7 830	
Rouissage - Lavage		18 042		
Séchage		15 317		
Transport	198	1 190	1 584	1 584 (remorque)
Assouplissage		7 143		3 809 (assouplisseuse)
Mise en balle		2 381		1 905 (presse)
OBTENTION DE LA FIBRE	198	44 073	1 584	
TOTAL	3 100	109 530	18 126	

12.4. PRODUCTION DE GRAINES

Quel que soit le mode de culture pratiqué, il faut disposer de 20 kg de semences par hectare de semis, soit 20 tonnes de graines par unité de 1000 hectares de production de fibre. Dans les meilleures conditions, la production de semences se situant entre 600 kg à une tonne par hectare, il faudra envisager pour cette unité, une multiplication annuelle d'une trentaine d'hectares.

Par rapport à la phase agricole de la production de la fibre, il est souvent nécessaire d'effectuer un sarclage supplémentaire et 2 à 3 traitements insecticides et, après la coupe, il faut procéder au battage et au séchage des graines avant de les traiter avec un fongicide (tableau 127).

Tableau 127 - Temps de travaux en jours pour la production d'un hectare de graine de kénaf ou de roselle

Opération	Mali		Motorisée (Soudan)	
	Manuelle	Attelée	Chauffeur	Ouvrier
Préparation du sol	25 à 40	8	0,095	0,346
Semis	13 à 25	13	0,201	0,392
Entretien	30 à 40	20		8,571
Coupe des tiges	25 à 30	25	0,793	19,840
Battage manuel et transport	50 à 60	50	0,211	20,000
Irrigations d'appoint				1,058
	143 à 195	116	1,300	80,207

XIII. CONCLUSION

Les recherches génétiques, agronomiques, phytopathologiques, entomologiques et technologiques réalisées sur les hibiscus textiles par certains pays de l'Afrique Equatoriale, de l'Afrique de l'Ouest et des rives de la Méditerranée, avec le concours de l'I.R.C.T. ont été très liées à la conjoncture internationale.

D'abord limitées de 1950 à 1960, en raison des difficultés rencontrées par le kénaf et la roselle pour accéder au marché international, ces recherches se sont ensuite intensifiées entre 1965 et 1970, pour répondre aux besoins d'auto-alimentation en produit d'emballage de nombreux pays africains.

Depuis 1980, elles sont pratiquement abandonnées car l'abondance de jute, de kénaf et de roselle à bon marché du continent asiatique n'encourage pas le recours à la culture d'hibiscus textiles en Afrique pour approvisionner les quelque trente sacheries de ce dernier continent.

L'ensemble des recherches conduites ont néanmoins permis de mettre en évidence que la production des tiges était possible de l'Equateur à plus de 40° de latitude avec des variétés améliorées pour leur résistance aux maladies et caractérisées par une sensibilité à la photopériode leur permettant de retarder leur mise à fleur jusqu'à l'installation de la saison sèche ou l'apparition de faibles températures.

Il ressortait également que ces variétés devaient présenter peu d'exigences en matière de fumures, d'entretien, de traitement et de récolte, car la production de tiges et l'obtention de lanières sont encore peu satisfaisantes et très dispendieuses par des moyens mécaniques.

En culture paysannale l'extraction de la fibre ou des lanières qui est relativement aisée, si l'aménagement ou la création des points de rouissage permet une alimentation en eau abondante à une température dépassant 25°C, n'évite toujours pas un long et pénible travail manuel de défibrage-lavage.

Ces recherches ont aussi montré que l'obtention des semences de qualité, à partir de variétés choisies en relation avec la latitude et les conditions climatiques de chaque zone de production de tiges, est de plus en plus faible au-delà des Tropiques du Cancer et du Capricorne et qu'elle devient impossible au voisinage des 40° de latitude.

Parallèlement il apparaissait indispensable de préserver les ressources génétiques par conservation en chambre froide et renouvellement tous les 6 à 10 ans. La banque de gènes créée à l'issue de ces observations, et actuellement gérée par l'IRCT à Montpellier, devrait permettre de répondre aux tentatives de relance de la production de tiges de kénaf et de roselle destinées à la sacherie (extraction de la fibre) ou à la fabrication de papier (fibre + bois) qui ne manqueront pas de se produire à court et à moyen termes.

XIV. BIBLIOGRAPHIE

1. ABDULLAHI, A., 1973.- The effect of sowing date and sowing density on seed yield of Kenaf (*Hibiscus cannabinus*). *Samaru Agricultural Newsletter*, Nigeria, 15, 1, 20-23.
2. ACUNA, Y.B. ; GUERRERO, F., 1942. - A report on observations on roselle cultivation in El Salvador. *Rept. to Min. of Agr.*, Havana.
3. ADAMSON, W.C. ; MARTIN, J.A. ; MINTON, N.A., 1975. - Rotation of kenaf and roselle on land infested with root-knot nematodes. *Plt. Dis. Repor.* 59, 2, 130-132.
4. AHMAD, M.V. ; HUSAIN, S. K. ; AHMAD, I. ; OSMAN, S.M., 1979. - Hibiscus sabdariffa seed oil : a re-investigation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 30, 4, 424-428.
5. AL AKKAD, M. ; MOMTAZ, A., 1980. - [The economic importance of intercropped cotton and kenaf], *Resarch Bulletin, Ain Shans University* N° 1267, 25 p. (arabe).
6. AMANKWATIA, Y.O. ; TAKYI, S.K., 1975. - Some fertilizer experiments with kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.)
1. Preliminary studies on the effects of different levels of nitrogen on the growth and fibre yield of kenaf. *Ghana Journal of Agricultural Science* 8, 2, 127-134.
7. AMANQUAH, S.Y. ; ADJEI, C.C., 1973. - [Effet de différentes dates de plantation sur la croissance et le rendement en fibres du kénaf] A.G. EXEC. *Crop Research Institute of Ghana* (GH. 060).
8. AMANQUAH, S.Y. ; ADJEI, C.C., 1973. - [Effet de l'époque d'application des engrais sur la croissance et le rendement en fibres du kénaf] A.G. EXEC. *Crop Research Institute of Ghana* (GH. 060).
9. AMON, B.O.E., 1964. - Kenaf in western Nigeria : 247-248. In *Proc Second. Intern. Kenaf Conf.*, Palm Beach, Fla : 247-248.
10. ANDERSON, B., 1976. - The measurement of fibre fineness and length : the present position. *Jour. Text. Justi.*, vol. 67, 5, 175-180.
11. ANDREW, C.S. ; PIETERS, W.H.Y., 1980. - Foliar symptoms of mineral disorders in kenaf. (*Hibiscus cannabinus*). *Technical paper, Division of Tropical Crops and Pastures, CSIRO* 22, 12 p.
12. ANONYME, 1959. - Kenaf, investigaciones conducidas en Cuba. *Boletin N° 74 Ministerio de Agricultura, La Habana*, 280 p.
13. ANONYME, 1962. - Tongaat's kenaf venture. *S. Afr; Sugar J.* 46, 7, 556-559.
14. ANONYME, 1968. - Directions for cultivation of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.var *altissima*), *Institute for Fiber and other Industrial Crops ; Bogor Indonesia*.
15. ANONYME, 1975. - Normas técnicas del kenaf. *Centro de información y documentación agropecuarias, INRA, La Habana*, 52 p.
16. ANONYME, 1977. - L'eau de mer pour un meilleur kénaf. *L'industrie textile* N° 1065, mars.
17. ANONYME, 1978. - Instrucciones técnicas para el cultivo del kenaf. *Centro de información y documentación agropecuario Mini. Agri. Cuba*. Nov., 1-99.
18. ARNOUX, M., 1958. - La production des fibres jutières dans le midi méditerranéen. *Rapport I.N.R.A. Station d'Amélioration des plantes de Montpellier*.
19. ARNOUX, M. ; FRANQUIN, P., 1960. - Dix années de recherches sur les fibres jutières à la Station de l'IRCT de Madingou (1949-1959). *Cot. Fib. Trop.* 15, 1, 68-80.

20. AUBRY, F., 1959. - La culture de l'*Hibiscus* en Afrique du Nord. *Cot. Fib. Trop.* 14, 1, 1-28.
21. AUBRY, F., 1962. - Le rouissage de l'*Hibiscus* en Afrique du Nord. *Cot. Fib. Trop.* 17, 1, 41-80.
22. BAKER, E.F.I., 1970. - Kenaf and roselle in western Nigeria. *World Crops*, Nov.-Dec., 380-386.
23. BANDYOPADHYAY, S.B. ; SIL, N.K., 1960. - Length and fineness of jute fiber filaments at various stages of yarn production and in yarns of different qualities of fiber. *Textile Research Journal, Calcutta* 40, october, 785-791.
24. BANDYOPADHYAY, S.B., BOSE, B.K., 1962. - Twisted bandlemistic tests of jute fibre under longitudinal jerk. *Jute bulletin* october, 203-206.
25. BANDYOPADHYAY, S.B., 1968. - Quality assessment of jute and mesta yarns from their fiber properties. *Textile Research Journal, Calcutta* 40, february, 135-141.
26. BEAUMONT, I.H., 1979. - A hand-operated bast fibre ribbonner. Rural Technology Guide, Tropical Products Institute. N° 7, 11 pages. *Trop. Products Inst. London* WCIX 8 LU, UK.
27. BEHNCKEN, G.M., 1981. - Diseases recorded on kenaf in northern Australia. *Proc. Kenaf. Conf.* May 28-29, Brisbane, Queensland. 45.
28. BELEM, C. ; BOULANGER, J. ; BRAUD, M. ; GRAMAIN, E. ; LAINE, G., 1984. - Contribution à l'optimisation de la fertilisation de l'*Hibiscus cannabinus*.
I - Bilan des exportations et mobilisations. 45-52
II - Essais de pilotage de la nutrition azotée. 53-60.
- 28b. BERGER, I., 1969. - The world's major fibre crops : their cultivation and manuring. *Centre d'Etude de l'Azote, Zurich*.
29. BHANGOO, M.S. ; TEHRANI, H.S. ; HENDERSON, J., 1986. - Effect of planting date, nitrogen levels, row spacing, and plant population on kenaf performance in the San Joaquin Valley, California. *Agronomy Journal* 78, 4, 600-604.
30. BOONKLINAJORN, P. ; KRITTAYANAWACH, P., 1970. - Effect of planting date on the yield of kenaf. *Thai J. Agr. Sci.* 3, 1, 43-54.
31. BOONKLINAJORN, P. ; VISUTTIPITAKUL, S., 1970. - Research of kenaf to fertility of certain soil series. *Plant Sciences Group, Agricultural Research Institute, ASR* 2-12.
- 31b. BOOTE, 1960. - Best fiber grading.
32. BOULANGER, J., 1972. - Mission "Fibres-Jutières" au Mali, Côte d'Ivoire et Dahomey. *Rapport IRCT non publié*, 22 p.
33. BOULANGER, J., 1972. - Implantation de la culture des *Hibiscus* textiles en Centrafrique, au Dahomey, en Côte d'Ivoire et au Mali. *Cot. Fib. Trop.* 27, 3, 311-317.
34. BOULANGER, J., 1974. - Essais de désherbage chimique des *Hibiscus* textiles en Afrique Occidentale - *Columa, Montpellier* 5-6/09/1974, 149-168.
35. BOULANGER, J., 1980. - Possibilités de production du kénaf à Abu Naama (Soudan), *Rapport IRCT non publié*. 34 p.
36. BOULANGER, J., 1983, - Choix d'une variété d'*Hibiscus* textiles en Afrique. *Garcia de Orta, Sér., Est. Agron., Lisboa*, 10 ,1-2, 169-174.

37. BOULANGER, J. ; FOLLIN, J.C. ; BOURELY, J., 1984. - Les Hibiscus textiles en Afrique tropicale. 1^{ère} partie : Conditions particulières de la production du kénaf et de la roselle. *Supplément à Cot. Fib. Trop.* N° 5, 81 p.
38. BOULANGER, J. ; GRAMAIN, E., 1979. - Comportement des Hibiscus textiles dans le Sud de la France. *Cot. Fib. Trop.* 34, 3, 321-327.
39. BOULANGER, J. ; KAMMACHER, P., 1954. - Influence de l'espacement sur le rendement et la qualité de la fibre de roselle en Oubangui-Chari (*Hibiscus sabdariffa*). *Cot. Fib. Trop.* 9, 1, 87-96.
40. BOULANGER, J. ; SOUBRIER, G. ; VAN ZWIJLEN, T., 1972. - Expérimentation fibres jutières 1966-1971 au Dahomey. *Cot. Fib. Trop.* 32, 3, 319-337.
41. BOULANGER, J. ; SOUBRIER, G. ; VAN ZWIJLEN, T., 1972. - Expérimentation fibres jutières 1966-1971 au Dahomey. *Cot. Fib. Trop.* 27, 3, 319-337.
42. BOULANGER, J. ; VAN ZWIJLEN, T. ; DINH-NGOC-XUAN ; GRAMAIN, E., 1973. - Le désherbage chimique des Hibiscus textiles en Afrique occidentale. *Cot. Fib. Trop.* 28, 4, 569-576.
43. BRAUD, M., 1963 à 1965. - Recherches agronomiques sur les fibres jutières en Centrafrique. 3 rapports annuels IRCT non publiés.
44. BRAUD, M., 1981. - Intérêt du cotonnier support de tests biologiques pour contrôler l'évolution de la fertilité du sol. *Cot. Fib. Trop.* 36, 4, 305-312.
45. BRAUD, M. ; FRITZ, A., 1966 à 1967. - Recherches agronomiques sur les fibres jutières en Centrafrique. 2 rapports annuels IRCT non publiés.
46. BROWER, J.H., 1973. - Reproduction and development of twelve species stored-products insects on kenaf seed. *Florida Entomologist*, 56, 1, 49-51.
47. BUI-XUAN-NHUAN, 1950. - Aperçu général sur la technologie des fibres textiles végétales. *Document IRCT non publié*, 19 p.
48. BUI-XUAN-NHUAN, 1956. - Contribution technologique à la production des fibres jutières dans les Territoires Français d'Outre-Mer. *Cot. Fib. Trop.* 11, 1, 48-57.
49. BUI-XUAN-NHUAN, 1960. - Aspects techniques actuels de l'extraction chimique des fibres jutières. *Cot. Fib. Trop.* 15, 3, 405-418.
50. BUI-XUAN-NHUAN, 1966. - La préparation des fibres jutières. *Rapport IRCT non publié*.
51. BUI-XUAN-KHUAN, 1971. - Production et Transformation du kénaf au Dahomey. *Rapport IRCT non publié*.
52. BUI-XUAN-KHUAN ; BOULANGER, J., 1974. - La production paysanne manuelle de la fibre de kénaf en Afrique. *Rapport IRCT Paris, non publié*.
53. BURNSIDE, O.C. ; WILLIAMS, J.H., 1968. - Weed control method for kinkaoil kénaf and sunn crotalaria. *Agro. J.* 60, 162-164.
54. CABANGBANG, R.P., 1978. - Seed and fiber yield of jute an kenaf grown at different months of the year. *Philippine Agriculturist* 61, 9-10, 376-380.
55. CABANGBANG, R.P. ; ZABATE, P.Z., 1978. - Plant height, capsule formation and seed production of kenaf grown at three fertilizer levels and plant densities. *Philippine Agriculturist* 61, 9-10, 381-385.

56. CHARLES-EDWARDS, D.H. ; MUCHOW, R.C. ; WOOD, I.M., 1983. - Effect of sowing date on the growth and yield of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) grown under irrigation in tropical Australia. III Physiological analyses of growth. *Field Crops Research* 7, 2, 103-113.
57. CAMPBELL, T.A. ; WHITE, G.A., 1982. - Population density and planting date effects on kenaf performance. *Agro. Jour. (USA)* 74, 1, 74-77.
58. CAMPESE, O., 1937. - La cultura della rosella e la preparazione della fibre. *Coltura Tropicali e Lavorazione dei Prodotti.*, Ulrico Hoepli ; Milan, 3, 293-314.
59. CHANG, C.C., 1975. - Effects of NPK fertilizer application on roselle. *Bull. Taiwan. Agr. Res. Inst.* 32, 67-71.
60. CHAUDHRY, A. D. ; RAJPUT, M.A. ; HANIF, A.H. ; ANSARI, A.G. ; YASIN, M., 1980. - Design and development of jute decorticator. *Agricultural Mechanization in Asia (Japan)* 11, 1, 81-84.
61. CHALLAPPA, M. ; NATARAYARAIHNAM, N. ; KUMARAPERUMAL, N., 1974. - A note on the response of mesta (*Hibiscus cannabinus* L.) to nitrogen. *Madras Agricultural Journal*, 61, 10/12, 1009.
62. CHEW, W.Y. ; MALEK, M.A. ; RAMLI, K., 1982.- Nitrogen and potassium fertilization of Congo jute (*Urena lobata*) and kenaf (*Hibiscus cannabinus*) on Malaysian Feat. *MARDI Research Bulletin* 10, 3, 317-322.
63. CHI, C.Y., 1961. - Production and improvement of kenaf in Taiwan. *J.C.R.R., Taipei, P.I. Serv.* 21, 20-22.
64. CHI, C.Y., 1966. - A brief account of experiments with cotton, jute and other fiber crops at Taiwan Experiment Station. Tainan, Taiwan.
65. CHI, C.Y., 1968. - Informations on research activities in China (Taiwan), *FAO, CCP.JU 68 Working Paper* 3.
66. CHI, C.Y. ; CHU, H.T., 1970. - Physiological studies on jute, kenaf and roselle, II Study in light intensity. *Jour. Agri. Association of China*, 71, 14-28.
67. CHI, C.Y. ; CHU, H.T., 1972. - Physiological studies on jute, kenaf and roselle, III Study on cold hardiness. *Jour. Agri. Association of China*, 77, 40-51.
68. CHI, C.Y. ; LAI, M.L. ; CHU, H.T. et al, 1971. - [Effect of foliar applications of urea and pesticides on the growth of kenaf], *Taiwan Agriculture Quarterly* 7, 2, 1-7. [chinois].
69. CHOUDHARY, A.H. ; OKAFO, O., 1980. - Herbicide screen at Samaru, *PMB. 1044, Zaria, Nigeria, Ahmadu Bello University*, 60 p.
70. CHOUDHARY, A.H. ; OKAFO, O., 1980. - Weed control in kenaf. *Publ. PMB 1044, Zaria, Nigeria, Ahmadu Bello University*. 60 p.
71. CLARK, T.F., 1968. - Handling and storage of kenaf. *First Conf. Kenaf for Pulp. Proc., Gainesville. Fla* : p 65.
72. CLEASBY, T.G.; DENT, C.E., 1983. - The cultivation and processing of kenaf (*Hibiscus cannabinus*), by the Tongaat Sugar Company Limited, Natal, South Africa. *Int. Sugar I.* 65, 772, 99-101 ; 773, 131-134.
73. COMMUN, R., 1962. - Essais d'orientation de désherbage chimique sur petites parcelles de Dah : *Hibiscus cannabinus* (région parisienne), *Cot. Fib. Trop.* 17, 1, 81-88.
74. CORKEN, R.S. ; TROTTER, W.K., 1970. - Kenaf potential production acreage in the South. *Tappi 24th. Alkaline Pulping Conf. New Orleans, La* : 69-72.
75. COURTIAL, R. ; MAHMAN, A., 1973. - Expérimentation agronomique sur les fibres jutières au Dahomey. *Rapport annuel IRCT non publié.*

76. CRANDALL, B.S., 1964. - Performance of kenaf under varying climatic conditions. *Proc. Second Intern. Kenaf Conf. Palm Beach, Fla* ; 202-206.
77. CRANE, J.C. ; ACUNA, J.B. ; ALONSO, R.E., 1946. - Effect of plant spacing and planting on fiber yield of kenaf, *J. Am. Soc. Agro.* 38, 46-59.
78. CUMMINS, D.G., 1968. - Kenaf storage. *First Conf. Kenaf for Pulp. Proc. Gainesville, Fla* : p 58.
79. CURTIS, P.S. ; LAUCHLI, A., 1985. - Response of kenaf to salt stress : germination and vegetative growth. *Crop Science* 25, 6, 944-949.
80. DATTA, A.N. ; ABBAS, S.S., 1969. - The utility of morphological characters in accessing fibre yield in mesta (*Hibiscus cannabinus*), *Jute Bull.* 32, 1, 2, 18-20.
81. DATTA, A.N. ; SANYAL, P. ; KUNDU, B.C., 1955. - Preliminary studies on the effect of different dates of sowing mesta and roselle. *Indian Sci. Cong. Assoc. Proc. (Calcutta)* 42, 3, 258-59.
82. DATTA, A.N. ; SANYAL, P. ; KUNDU, B.C., 1955. - Effect of different spacings row cropping of *Hibiscus Sabdariffa* var. *altissima*. *Jute Bull.*, 18, 181-184.
83. DAY, A. ; DASGUPTA, P.C. ; SARDAR, D., 1983. - Pectic substances from mesta (*Hibiscus cannabinus*) and roselle (*Hibiscus sabdariffa*) plants. *Current Science* 52, 18, 885-886.
84. DEAN, M.L. ; PARKER, C., 1973. - The pre-emergence selectivity of some recently developed herbicides in jute, kenaf and sesamum and their activity against *Oxalis Latifolia*.. *Tech. Rep. Weed Res. Organiz.* 19 : p.I-II, 1-25.
- 85a. DEAT, M., 1975. - Essais de lutte chimique contre *Cyperus rotundus* L. dans des cultures de plantes à fibres (cotonnier, kénaf, roselle). *Cot. Fib. Trop.* 30, 4, 419-425.
- 85b. DEAT, M., 1979. - Le désherbage des plantes à fibres. [Le désherbage des cultures sous les tropiques, DEUSE et LAVABRE]. *Coll. Tech. Agri. Prod. Trop.*, 136-15.
86. DELOUCHE J.C. ; MATTES, R.K. ; DOUGHERTY, G.M. ; BOYD, A.H., 1973. - Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. *Seed Sci. Technol.*, 1, 671-700.
87. DELATTRE, R., 1973. - Parasites et maladies en culture cotonnière. *IRCT éd.* 146 p.
88. DEMPSEY, J.M., 1963. - Long vegetable fiber development in South-Vietnam an other Asian countries. 1957-1962. *U.S. Operations Mission, Saigon*.
89. DEMPSEY, J.M., 1964. - Kenaf production in Asia. In *Proc. Second Intern. Kenaf Conf. Agency for Intern. Develop. Washington D.C.*, 223-237.
90. DEMPSEY, J.M., 1968. - Regional fiber report - West Africa. *USAID Washington DC*.
91. DEMPSEY, J.M., 1975. - Fiber crops. *The University Press of Florida. Gainesville*. 203-379.
92. DEUBER, R. ; CASTRO, L.H.S. ; DE SALGADO, A.L.B., 1982. - Triagem de herbicidas para crotalaria (*Crotalaria Juncea* L.) e quenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) . *VI Congress of Latin American Weed Association. Campinas, Sao Paulo, Brazil*.
93. DINH-NGOC-XUAN, 1966 à 1973. - Expérimentation agronomique sur les fibres jutières au Mali. 8 rapports annuels *IRCT non publiés*.
94. DINH-NGOC-XUAN ; DIONE, E., 1974 à 1975. - Expérimentation agronomique sur les fibres jutières au Mali. 3 rapports annuels *IRCT non publiés*.

95. DINH-NGOC-XUAN ; RICHARD, J.P., 1966. - Rapport annuel sur les fibres jutières au Dahomey. *Rapport IRCT non publié.*
96. DIONE, E. ; MAIGA, H., 1977 à 1981. - Cellule fibres jutières du Mali. *5 rapports annuels de l'Institut d'économie rurale du Mali (I.E.R.).*
97. DOUB, M.I. ; FISCHLER, D.W., SEALE, C.C., 1962. - U.S.D.A. Cotton and cordage fibers research branch, *Everglades Experiment Station*, 33 p.
98. DUODU, Y.A., 1974. - Insect Pests of roselle in Ghana. *Inter. African symposium on the role of plant Protection in Crop improvment in Africa.* (Ibadan, Nigeria, 7-12 Oct. 1974).
99. D'YAKONOVA, E.V., 1978. - [The basic element of fertilizer for kenaf] *Trudy vsesoyuznyi Nauchno issle dovatel' skii Institut Udobrenii i Agropochovedeniya* 27 : 163-166 [russe].
100. D'YAKONOVA, E.V. ; SADIKIV, I., 1975. - [Fertilizer rates for kenaf in wide rows] *Len i Konoplya*. N° 2, 24 [russe].
101. D'YAKONOVA, E.V. ; SYVOROTKINA, E.R., 1971. - [Valables sources de micro éléments] *Len i Konoplya*, N° 2, 8 [russe].
102. ELDIN, N.S. ; EL-AMIN, E.M., 1981. - Review of research on the insect pests of kenaf and their control in the Sudan. *Beiträge sur Tropischen land Wirtschaft und Veterinärmedizin*, 19, 4, 433-437.
103. EL-SAIDI, M.T. ; HAWASH, M., 1971. - The effect of using saline water for irrigation on the growth and chemical propeties of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Zeitschrift fur Acken und Pflanzenbau*, 134, 3, 251-256.
104. ELSHAFIE, S.A., 1979. - Effect of different fertilization rates on the growth and yield of roselle in Egypt. *Indian Journal of Agricultural Sciences* (India) 498, 2, 118-119.
105. ERGLE, D.R. ; ROBINSON, B.B. ; BEMPSEY, J.M., 1945. - Malvaceous bast fiber studies. *J. Am. Soc. Agron.* 32, 2, 113-126.
106. FAHMY, R., 1974. - Effect of foliar spray with area and/or super phosphate on growth and development of kenaf, *Hibiscus cannabinus* L. *Acta Agronomica Academiae scintiarum Hungariese* 23, 3/4, 406-410.
107. FAO, 1964. - Standardization and grading of jute and mestita in Pakistan. *CCP, Jute*, 64, 14, 26 p.
FAO, 1964. - Normalisation et classification du jute et du kénafe en Thaïlande. *CCP, Jute*, 64, 15, 12 p.
108. FAO, 1965. - Etudes sur la classification du jute, du kénafe et des fibres apparentées. *CCP, Jute*, 65/3, 15 p.
FAO, 1966. - Normalisation de la classification du jute brut. *CCP, Jute*, 66/7, 17 p.
109. FARAH, S.M., 1981. - Irrigation of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in the Sudan *Jour. Agri. Sci. UK.*, 69, 3, 569-578.
110. FERRARIS, R., 1979. - Effect of time of sowing and age at harwest on kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in the wet tropics. *J. Australian Inst. Agri. Sci.* 45, 2, 132-136.
111. FILATOV, Y.V. ; SAPON, Y.A., 1987. - [Optimizing the air-jet process for removing dust and trash from long kenaf fibres] *Tekhnologiya Tekstil' noi Promyshlennosti*. 6, 180, 87-89 [russe].
112. FILUSHKIN, N.P., 1973. - [Seed production in kenaf], *Referativnyi Zhurnal*, 10, 55, 529 [russe].
113. FOLLIN, J.C., 1972. - Quatre années d'expérimentation sur le kénafe et la roselle en Côte d'Ivoire. *Cot. Fib. Trop.*, 27, 2, 265-268.

114. FOLLIN, J.C., 1975. - Le chancre du collet de la roselle. Influence des facteurs agronomiques sur le développement de la maladie. *Cot. Fib. Trop.* 30, 4, 459-463.
115. FOLLIN, J.C. ; FRITZ, A., 1968. - Les possibilités de culture de la roselle (*Hibiscus sabdariffa*) et du kénaf (*Hibiscus cannabinus*) en République Centrafricaine. *Cot. Fib. Trop.* 21, 3, 375-382.
116. FRIEDERICH, J.C., 1962. - Rapport final sur l'étude des possibilités d'une culture de kénaf en Tunisie. *Wageningen, w. ed.*, 1962 p.
117. FRIEDERICH, J.C., 1973. - Report on the second study tour on the growing flax and kenaf in Egypt. *Centrale Bibliotheek Koin. V. de Tropen Amsterdam*.
118. GANGADHAR, K. ; RAMAPRASAD, O. ; SOMAYAJULU, B.A.R. ; THIRUMALARAO, S.D., 1966. - Composition, storage and millings of *Hibiscus cannabinus* and *sabdariffa* species seed and storage and refinings of the oil. *I.O. and S.J.* 32, 3, 77-83.
119. GARCIA, A.C. ; ASICO, P.M., 1964. - Effect of weather conditions and time of planting on kenaf plants for fiber. *Philippine Agr.* 26, 1-2, 79-91.
120. GARDELLA, A.A., 1979. - Mowing machine for harvesting long stem textile fibre plants; *USP* 4, 151, 700, Italy.
121. GAUTIER, J., 1950. - Une étape de la mise au point du décortilage de quelques fibres douces. *Cot. Fib. Trop.* 5, 4, 163-164.
122. GAUTIER, J., 1953. - Résultats des essais sur la culture, la récolte, le décortilage et la préparation des filasses de quelques plantes à fibres libériennes ou foliaires (Ramie, *Hibiscus*, *Urena*, Chanvre, Lin, Genêt, Sisal, Ananas), *Cot. Fib. Trop.* 8, 2, 169-186.
123. GAUTIER, J., 1955. - Note sur le séchage des écorces et des tiges productrices de fibres avant et après leur rouissage. *Cot. Fib. Trop.* 10, 2, 257-258.
124. GAUTIER, J., 1959. - Quelques observations faites en 1957 sur l'extraction et la préparation des filasses de quelques plantes à fibres pérycycloïques. *Cot. Fib. Trop.* 14, 3, 340-352.
125. GEO PAUL, N., 1975. - Strength parameters of jute yarn. *Textile Research Journal, Calcutta*, 619-624.
126. GHOSE, S.K., 1971. - Assessment of loss in yield of seeds of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *altissima* Wester.) due to the mealy-bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (*Pseudococcidae* : *Hemiptera*), *Indian I. Agro. Sci.* 41, 4, 360-362.
127. GHOSE, S.K., 1972. - Morpho-histological changes in some economic plants due to the infestation of mealy-bug. *Indian I. Agr. Sci.* 42, 4, 329-334.
128. GOUTHIERE, J., 1975. - Experimentation Hibiscus. *Rapport annuel U.C.C.A.; Bangui (RCA), non publié*.
129. GRAMAIN, E., 1971 à 1975. - Recherches agronomiques sur les fibres jutières en Côte d'Ivoire. 5 rapports annuels IRCT non publiés.
130. GRAMAIN, E., 1978 à 1987. - Essais de culture des Hibiscus textiles en France, IRCT Montpellier, 10 rapports IRCT non publiés.
- 131a. GRANADOS, V.R., 1966. - El cultivo del kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Agricultura El Salvador*, 5, 6, 30-4.
- 131b. GRANILLO, C.R. ; DIAZ, A. ; ANAYA, M., 1974. - The mosaic virus of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) in el Salvador. *Phytopathology*.
132. GUTNECHT, J., 1951 à 1955. - Expérimentation à Tikem (Tchad). 5 rapports annuels IRCT non publiés.

133. HAARER, A.E., 1952. - Some observations on the cultivation of kenaf. *Econ. botany* 6, 1, 18-22.
134. HAMDOUN, A.M., 1979. - Chemical weed control in Sudan. *Berichte fachsebiet Her bolosie der Universitat Hohenheim* 18, 47-60.
135. HANSEN, R.W., 1981. - Nutrient content of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) at five growth stages. *Soil science and plant analysis* 12, 10, 1031-1045.
136. HAR-TZOOK, A. 1965. - Kenaf trials in Tanganyika. *World crops* 17, 2, 51-54.
137. HARRINGTON, J.F., 1973. - Packaging seed for storage and shipment. *Seed Sci. and Technol.* 1, 701-709.
138. HASANAH, M., 1980. - [The influence of dessicants on germination pourcentage of fibre crop seeds] *Pemberitaan Lembaga Penelitian Tanaman Inustri, Bogor (Indonesia)*, 38, 26-31.
139. HASANAH, M., 1980. - [The effect of temperature on seed storage] *Pemberitaan Lembaga Penelitian Tanaman Industri, Bogor (Indonesia)*, 38, 65-73.
140. HIGGINS, J.J. ; WHITE G.A., 1970. - Effect of plant population and harvest date on stem yield and growth components of kenaf in Maryland. *Agro. Jour.* 62, 667-668.
141. HU, Z.J., 1984. - [Regression analysis of the effects of cultural factors on kenaf yield] *Chinas's Fibre Crops*. 3, 5-9.
142. ILTIS, J., 1962. - *Hibiscus cannabinus* : cinq années d'expérimentation au Maroc. *Al Awamia* 5, 67-97. Rabat (Octobre 1962).
143. ILNICKI, R.D. ; JUSTIN, J.R. ; MICHIEKA, R.W., 1977. - The effects of some dinitroaniline herbicides on kenaf. *Proceedings of the Northeastern Weed Science Society, Baltimore*, 31, 93-97.
144. IRCT, 1946 - 1988. - Activité annuelle de l'IRCT *Cot. Fib. Trop.* fascicules 1 des volumes 1 à 43.
145. IRCT, 1963. - La production des fibres jutières au Congo (Brazzaville) *Cot. Fib. Trop.* 18, 2, 361-367.
146. IRUTHAYARAJ, M.R. ; RAJENDRAN, P. ; MORACHAN, Y.B., 1981. - Effect of dates of harvest on mesta (*Hibiscus cannabinus* L.) varieties. *Jute Development Journal* 1, 1, 30-33.
147. JAIN, N.K. ; GUPTA, B.N. ; SASMAL, P.K., DUTTA, A.N., 1965. - Fertility trials with roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *altissima* Hort.). *Trop. Agr. (St Augustine)* 42, 87-92.
148. JIMENEZ, A.R., 1958. - Fertilization of kenaf in cuba. *Proc. World Conf. on kenaf. Havana* : 107-112.
149. JOYNER, J.F. ; FISHLER, D.W. ; WILSON, F.D., 1964. - Fertility studies in kenaf *Proc. Second Intern. Kenaf Conf. Palm Beach. Fla.* 105-118.
150. JOYNER, J.F. ; WILSON, F.D., 1967. - Effects of row on plant spacing and time of planting on seed yield of kenaf. *Eco. Bot.* 21, 1, 99-102.
151. KADRY, A., 1958. - Kenaf in Egypt *Proc. First World Conf. on kenaf Havana* : 279.
152. KAMMACHER, P., 1954. - La culture de l'Hibiscus en Afrique du Sud. *Rapport IRCT non publié* : 22-29.
153. KAMMACHER, P. ; BOULANGER, J., 1954. - Influence de l'espacement sur le rendement et la qualité de la fibre de roselle (*Hibiscus sabdariffa*). *Cot. Fib. Trop.* 9, 1, 87-96.
154. KARBASSI, P. ; KILLINGER, G.B., 1966. - Effect of macronutrients on growth of kenaf. *Proc. Soil. Crop sci. Fla.* 26 : 226-230.

155. KATZ, E., 1952. - Etude de l'influence de l'espacement des pieds d'Hibiscus sur le rendement en filasse et sur les caractéristiques technologiques de cette dernière. *Rapport IRCT non publié*.
156. KHIKHMATOV, A. ; KAMILOVA, R.M. ; PAZILOVA, S.S., 1975. - [The sensitivity of different plants to the action of ether anilide derivatives] *Agrokhimiya*, 12, 12, 113-116, [russe].
- 156b KIRBY, R.H., 1963. - Vegetable Fibres. *Leonard Hill, Ltd, London*.
157. KUNDU, B.C., 1964. - Mesta in India pp 249-63 In *Proc. Second Int. kenaf Conf. Palm Beach, Fla.*
158. KUNDU, B.C. ; BASAK, K.C. ; SARGAR, P., 1959. - Jute in India, *Indian Central Jute Committee : Calcutta*.
159. LAGOKE, S.T.O. ; IDEM, N.U.A. ; CHANDRA-SINGH, D.J., 1981. - An evaluation of various herbicides for weed control in kenaf in the Southern Guinea Savanna of Nigeria. *Samaru J. Agro. Res.* 1, 2, 175-181.
160. LAKSHMINARAYANA, A. ; KRISHNA MURTY, R. ; RAMA RAO, M., 1980. - Efficiency of nitrogen utilization by roselle and kenaf. *Agricultural Sciences (India)* 50, 3, 244-248.
161. LANG, X.G. ; SUN, Q.X., 1981. - [Studies on seed production of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) in north China by short-day treatment] *Acta Agronomica Sinica*. 7, 1, 37-43. [chinois].
162. LANUZA, E. ; GARCIA, A., 1957. - A study on harvesting kenaf at different ages for fiber production in the Philippines. *Philippines J. Agr.* 22, 1-4, 109-120.
163. LAURE, M., 1967. - [Le kénaf en Thaïlande] *Revista di Agricultura Subtropicale e Tropicale*. 61, 10-12, 371-386.
164. LAYCOCK, D. ; DANSO, A.K. ; ADRI, A.K., 1978. - Preliminary report on herbicides for weed control in bast fibres. In *Proc. of the Seventh Meeting of the Ghana Weed Science Committee : 70-75*, Kumasi, Ghana.
165. LEFORT, M., 1951. - Rôle du photopériodisme sur la culture de la roselle. *Fib. Cot. Trop.* 6, 4 : 188-192.
166. LEV, V., 1964. - [Rendement du kenaf (*Hibiscus cannabinus*) au Kolkhoze "POLITOTDEL" en Ouzbékistan] *Production des Kolkhozes et de Sovkhozes d'Ouzbékistan* 3 : 43-44 [russe].
167. LEV, V.T. ; KOGAN, S., 1969. - [Semis denses du kénaf en terre fortement fumée]. *Agriculture d'Ouzbékistan* 4 : 38-39 [russe].
168. LOUTACHEVITCH, E.S., 1966. - [Fertilisation du kénaf]. *Agrochimie* 9 : 144-152 [russe].
169. MAEDA, J.A. ; SALGADO, A.L. ; RAZERA, I.C.J., 1985. - Condições de armazenamento e sua influência na semente de cânhamo brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 20, 1, 1-6.
170. MAGAMBO, M.J.S. ; MOSHA, C.J., 1974. - Promising herbicides in irrigated kenaf in northern Tanzania. In *Proc. of the fifth East African Weed Control. EAC, Tropical Pesticides Research Institute, Arusha, Tanzania*, 131-138.
171. MAGAMBO, M.J.S. ; MOSHA, C.J. ; SAMBAI, L.M. ; MOLLEL, S.L. ; 1974. - Evaluation of six aniline herbicides for irrigated kenaf in northern Tanzania. *EAC, Tropical Pesticides Research Institute, Arusha, Tanzania*, N° 870, 7 p.
172. MAGAMBO, M.J.S. ; TERRY, P.J. ; MOSHA, C.J., 1973. - Field evaluation of herbicides in irrigated kenaf. *EAC, Tropical Pesticides Research Institute, Arusha, Tanzania*, N° 839, 7 p.
173. MAHAJAN, V.K. ; SARDANA, M.G., 1974. - On the methodology of pre-harvest forecasting of jute crop. *Jute Bul. (India)* 37, 1-2, 16-23.

174. MAHAMA, A. ; GOUTHIERE, J., 1976. - Expérimentation Hibiscus. *Rapport annuel U.C.C.A. Bangui (RCA) non publié.*
175. MAHMAN, A. ; LAFIA, G. ; WADOCHEDHOUN, P. ; HOUNTONDJI, Ph., 1974 à 1976. - Expérimentation agronomique sur les fibres jutières au Bénin. 3 rapports IRCT non publiés.
176. MAILLARD, F. ; ROEHRICH, O., 1940. - Contribution à l'étude du Jute. *Industrie Textile*, mai 1940, 11 p.
177. MANDAL, A.K. ; PAL, H. ; ROY, A.B., 1970. - Unpublished data regarding the nutrient uptake of kenaf and roselle. *Jute Agricultural Research Institute : Barrackpore, India.* (DEMPSEY, 1975).
178. MASSEY, J.H., 1974. - Effects of nitrogen level and row widths on kenaf. *Agronomy Journal* 66, 6, 822-823.
179. MASSEY, J.H., 1974. - Planting date effects on yield, height and stem diameter of kenaf. *Agro. Jour. USA* 66, 6, 832-833.
180. MATERU, M.E. ; KAHUMBURA, J.M. ; LWANGA, M.M., 1974. - Aerial spray trial on kenaf insect pests at Kahe, Tanzania. *East african Agr. and For. Journal*, 40, 1, 50-64.
181. MATVIENKO, A., 1971. - [Relations entre les doses d'engrais minéraux et la production du kénaf] *Agriculture d'Ouzbekistan* 3 : 33 [russe].
182. MEDINA, J.C., 1950. - (Effect of time of planting on the production of *Hibiscus cannabinus* L.). *Bragantia* 10, 125-37 [portugais].
183. MICHIEKA, R.W. ; ILNICKI, R.D. ; JUSTIN, J.R. ; ZUBLENA, J., 1977. - Response of kenaf to some pre-emergence herbicides. *Proceedings of the Northeastern Weed Science Society, Baltimore*, 31 : 86-90.
184. MOKHTAR, M.R., 1970. - Effect of time of cutting of quantity and quality of kenaf fiber. *Ag. Res. Rer. U.A.R.* 48,6, 317-327.
185. MOLINA ABELO, M., 1957. - *Anales Instituto Nacional de investigaciones agronomicas, Madrid* 6, 4, 354.
186. MOORE, C.A. ; TROTTER, W.K. ; CORKERN, R.S. ; BAGBY, M.O., 1976. - *Tappi*, 59, 1 : 117-120.
187. MUCHOW, R.C., 1979-1980. - Effects of plant population and season on kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) grown under irrigation in tropical Australia. *Field Crops Research (Netherland)* :
 1) Influence on the components of yield, 2, 1, 55-56
 2) Influence on growth parameters and yield production, 2, 1, 67-76
 3) Seed yield and stem yield at maturity, 3, 1, 27-32.
188. MUCHOW, R.C., 1981. - The growth and culture of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in tropical Australia. *Proc. kenaf Conf. Brisbane Queensland* : 10-28.
189. MUCHOW, R.C. ; LUDLOW, M.M. ; FISHER, M.J. ; MYERS, R.J.K., 1980, - Stomatal behaviour of kenaf and sorghum in a semi-arid tropical environment. *Australian Journal of Plant Physiology* :
 1) During the night, 7, 4, 609-619
 2) During the day, 7, 4, 621-628.
190. MUCHOW, R.C. ; WOOD, I.M., 1980. - Yield and growth responses of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in a semi-arid tropical environment to irrigation regimes based on leaf water potential. *Irrigation Science (Germany F.R.)* 1, 4, 209-222.
191. MUCHOW, R.C. ; WOOD, I.M., 1983. - Effect of sowing date on the growth and yield kenaf (*Hibiscus cannabinus*) grown under irrigation in tropical Australia. II) Phenology and seed production. *Field Crops Research* 7, 2, 81-90.

192. NATEES, M. ; KHANZADA ; SHAP, P., 1983. - Effect of plant population on green stalk, dry stalk and fibre yields of jute and kenaf varieties. *Pakistan Journal of agricultural research* 4, 2, 111-115.
193. NATIONAL INVESTISSEMENT BANK, 1964. - Kenaf. Acra.
194. NAZIROV, K.N., 1966. -[Potassium fertilizers for kenaf] *Len i Konoplya* 11 : 28-29 [russe].
195. NAZIROV, Kh. ; NASYRALIEV, Kh. ; MURTAZAEV, A., 1976. -[Economic effectiveness of the cultivation of kenaf in wide rows]. *Uzbekiskaya Opytinaya stantsiya Lubyanykh Kul'tur* 10 : 11-12 [russe].
196. NAZIROV, Kh. ; NEDZVETSKAYA, G. ; KHUDZHANAZAROV, Kh., 1973. - [Prometryne, an effective herbicide] *Uzbekiskaya Opytinaya stantsiya Lubyanykh Kul'tur* 4 : 25 [russe].
197. NEDZVETSKAYA, G.H., 1972. - [Pentachloronitro benzene as an effective preparation agaisnt *Rhizoctoniosis* of kenaf]. *Referativnyi Zhurnal* 12, 55, 1105 [russe].
198. NEDZVETSKAYA, G.H., 1975. - [Demosan in the control of *Rhizoctonia* of kenaf]. *Referativnyi Zhurnal* 11, 55, 1240 [russe].
199. NEDZVETSKAYA, G.H. ; TUKHTAEVA, S., 1975. - [Herbicides in kenaf crops]. *Uzbekiskaya Opytinaya stantsiya Lubyanykh Kul'tur, Uzbek SSR; , Len i Konoplya* 3, 30-31 [russe].
200. OFFICE OF COMMODITY STANDARDS, 1969. - Official standards specifications of Thailand for long kenaf and jute (revised) and kenaf and jute cuttings and tangles (additional) Bangkok, January, 3 p.
201. OLUNLOYO, O.A. ; ADENIJI, M.O., 1980. - Effect of seed dressing fungicides on the root and stem rot disease of roselle. *African J. of Plant Protection* 2, 1, 43-57.
202. ORABY, F.T., 1967. - Time of harvesting and yield of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), *Acta. Agron. Hungary* 16, 3/4, 329-334.
203. ORABY, F.T., 1968. - Effect of nitrogen fertilization on the yield of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), *Acta. Agron.* 17, 3-4, 329-332.
204. OVERMAN, A.R. ; EVANS, L.E., 1978. - Effluent irrigation of sorghum x sudangrass and kenaf. *Journal of the Environmental Engineering Division ASCE* 104 (EE6) 1061-1066.
205. OVERMAN, A.R. ; NGUY, A., 1975. - Growth response and nutrient uptake by forage crops under effluent irrigation. *Soil Science and Plant analysis, USA*, 6, 1, 81-93.
206. PAK, S., 1964. - [Obtention des tiges de kénaf et de jute au Kolkhose Sverdlov] *Thèse Institut Agronomique de Samarkand* [russe].
207. PAK, A. ; LEV, V.T., 1966 - [Semis du kénaf en 4 lignes jumelées en Ouzbekistan] *Kolkhoze Sverdolv, Kolkhoze Politotdel* [russe].
208. PARRY, G., 1956. - Premiers essais culturaux - Possibilités du Dah en sols salins. *Rev. Terres et Eaux*, 33-41.
209. PARSAI, P.S., 1973. - Effect of urea spray on mesta and paddy in Madhya Pradesh. *Directorate of Agriculture, Bhopal, Madhya Pradesh, India* : 206-207.
210. PATEL, C.S. ; PANDEY, S.N. ; DARGAN, K.S., 1968. - Mesta responds well to nitrogen. *Fertil News* 13, 3, 37-38.
211. PEELER, C.H., 1967. - Production of kenaf and other soft fibres in Kenya. *Afr. Agr. Forestry J.* 33, 2, 139-144.
212. PEREZ, M.C., 1958. - Rotation. *Proc. First World Conf. on kenaf. Havana* : 103-106.

213. PIRMETON, M., 1977. - [Effect of row width and sowing rates in kenaf yield]. *Trudy Uzbekskoi Opytnoi Stantsii Lubyanykh Kul'tur* 6 : 18-25 [russe].
214. PHADMIS, B.A. ; JADHAV, A.S., 1961. - Mesta to supplement jute. *The Farmer (India) January*.
215. PROTASOV, P.V. ; NIYAZALIEV, I.N., 1976. - Response of cotton, maize and kenaf to nitrogen and phosphorus on serozem and dark-meadow soils. *Agrokimiya*, N° 4, 71-73 [russe].
216. PUENTES, C., 1958. - Time for planting in Cuba. *Proc. World Conf. Havana* 75-79.
217. RAJL, A.K. ; VENI, G.P. ; RAO, P.A., 1985. - Combination of some pesticides and area on the control of the jassids, *Amrasca bigittula bigittula* Ishida and yield of mesta. *Indian Journal of Plant Protection*, 10, 1/2, 87-88.
218. REDDY, G.S.K. ; RZO, K.H.P., 1971. - Yield response of mesta (*Hibiscus cannabinus* L.) to different levels of nitrogen. *Jute Bulletin*, 34, 7/8, 103-106.
219. RICHARD, L., 1964. - Les études de nutrition minérale chez les végétaux. *IRCT Paris*.
220. ROEHRICH, O., 1946. - Les caractères technologiques des filasses africaines substitutives du jute. *Cot. Fib. Trop.* 1, 2, 55-61.
221. ROEHRICH, O. ; ROEHRICH, N., 1947-1948. - Méthode générale d'étude des caractères technologiques des fibres textiles végétales. *Cot. Fib. Trop.* 2, 2, 37-50 ; 2, 3, 81-89 ; 2, 4, 115-128 ; 3, 1, 15-19.
222. ROEHRICH, O., 1964. - Essais de prévision du titre possible des filés de fibres jutières d'après la finesse et la préparation des filasses. *Cot. Fib. Trop.* 19, 3, 363-368.
223. SAIDBURKHANOV, F., 1976. - [Effect of sowing kenaf in wide rows on growth, development and seed yield.] *Referativnyi Zhurnal*, 8, 194 [russe].
224. SAIDBURKHANOV, F., 1977. - [Sowing depths for kenaf] *Len i Konoplya*, N° 3, 26-27 [russe].
225. SAIDBURKHANOV, F. ; TULAGANOVA, D., 1980. - [Seed yield of kenaf.] *Len i Konoplya* N° 1, 29 [russe].
226. SALGADO, A.L.B. ; DEUBER, R., 1982. - Uso de herbicidas na cultura do quenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) . *VI Congress of Latin American Weed Association (ALARM) Campinas. SP Brazil*.
227. SALIH, F.A., 1977. - Influence of different nitrogen levels and time of application on dry ribbon yields of kenaf in Kenana, Sudan. *East Afr. Agr. and For Jour. (Kenya)* 43, 2, 153-157.
228. SALIH, F.A., 1978. - Effects of population densities and row spacing on kenaf yields and its components in the Kenana area of Sudan. *Acta Agronomica (Hungary)* 27, 3-4, 349-356.
229. SALIF, F.A., 1982. - Effect of variety, sowing date and nitrogen on kenaf yields in Kenana area of the Sudan. *Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae* 31, 1/2, 58-66.
230. SALIH, F.A., 1983. - Effects of population densities and nitrogen level on kenaf yields and its components in the Kenana area of Sudan. *Zeitschrift für Acker-und Pflanzenbau of the Sudan* 152, 1, 48-45.
231. SALIH, F.A., 1983. - Effects of row and plant spacing on kenaf yield and its components in the Kenana area of the Sudan. *Acta Agronomica (Hungary)* 32, 3-4, 416-424.
232. SALIH, F.A., 1983. - The effect of N, P, and K on kenaf dry ribbon yields in the Kenana area of the Sudan. *Beiträge zur Tropischen Landwirtschaft and Veterinärmedizin* 21, 2, 155-158.
233. SALIH, F.A., 1984. - Effect of sowing date and row width on the kenaf dry ribbon production in central Sudan. *Beiträge zur Tropischen Landwirtschaft and Veterinärmedizin* 22, 4, 377-382.

234. SALIF, F.A., 1984. - The effect of age at harvest on dry ribbon yield of kenaf, in the Kenana area of the Sudan. *East African Agricultural and Forestry Journal* 45, 3, 242-244.
235. SARASWAT, V.N. ; MITRA, P.C., 1977. - Weed management in jute and allied fibres. *Indian Farming* 26, 12, 50-52.
236. SAMUEL, P., 1948. - La culture et le rouissage de l'urena lobata par les indigènes des régions équatoriales du Congo Belge. *Bull. Agr. Congo Belge* 39, 3-28.
237. SANYAL, P., 1959. - Hibiscus fibres and their need for development in India. *Jute Gunney Rev.* 11, 1, 10-21.
238. SANYAL, P. ; DUTTA, A.N., 1961. - Correlation study of growth components in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Indian Agr.* 5, 1, 40-47.
239. SANYAL, P. ; DUTTA, A.N. ; KUNDU, B.C., 1957. - Seed rate of *Hibiscus sabdariffa* L. *Indian J. Agr. Sci.* 27, 2, 163-170.
- 240a SARKAR, A.K., 1976. - Effect of N.P.K. fertilizers and lime on yield of crops grown in lateritic uplands. *Indian Agriculturist (India)* 20, 3, 169-175.
- 240b SARMA, M.S., 1967. - Breeding procedures for Hibiscus. *ICAR (New Delhi) Tech. Bull. (Agr.)* 11, 1-50.
241. SASMAL, B.C. ; CHAKRA-BORTY, K., 1978. - Correlations and path coefficient analysis of yield components in mesta (*Hibiscus cannabinus* L.) . *Indian Journal of Heredity* 12, 2, 19-27.
242. SASTROSUPADI, A., 1981. - Effect of flooding on kenaf and jute. *Penelitian Tanaman Industri Bogor (Indonesia)* 7, 39, 1-4.
243. SHOLTON, E.J., 1968. - Kenaf in Thailand. U.S. *Overseas Mission : Bangkok*.
244. SIMONNEAU, P. ; MOREL P., 1958. - La culture de l'*Hibiscus cannabinus* en sols salins. *Direction de l'hydraulique et de l'équipement rural Alger Bull. N° 4 : 24 p.*
245. SINGH, D.P., 1985. - Techniques of seed production of mesta. *Seeds and Farms* 11, 6, 37-38.
246. SINGH, D.P. ; BHATTACHARYA, R.K., 1968. - Preliminary observation on the saline resistance of four fibre yielding species. *Ind. Agr.* 12, 2, 185-186.
247. SINHA, A.K. ; SAHA, S., 1980. - Growth and nutrition of *Hibiscus cannabinus* L. *Journal of Agricultural Science, UK* 94 - 3 : 575-582 (Inde).
248. SOUBRIER, G., 1970. - L'expérimentation fibres jutières dans la région de Parakou-Kandi (Dahomey). *Rapport IRCT non publié*.
249. STOUT, H.P. ; JENKINS, J.A., 1955. - Comparative strengths of some bastand leaf fibres. *Congrès International, Bruxelles* 27-29 Juin, 21 p.
250. SUAREZ, R., 1958. - Planting distance and density : 93-96. *In Proc. First World Conf. on kenaf. Havana*.
251. SULTANOV, T. ; NASIRALIEV, K., 1977. - [Effect of different ploughing depths on yield of kenaf]. *Trudy Uzbekskoi Opytnoi Stantsii Lubyanykh Kul'tur* [russe] N° 6 : 45-54.
- 252a. TCHOUBAR, S., 1930. - Méthode d'appréciation de la valeur textile des fibres végétales en filasse. *Revue Textile*, août-sept.
- 252b. TOLIBAEV, I. ; MUKHAMEDOVA, K.S. : AKRAMOV, 1977. - Phospholipids of seeds of kenaf cv Uzbekskii 1574. *Chemistry Natural Compounds* 13, 654-656.

253. TOMMY-MARTIN, P., 1963.- Mission fibres jutières aux Amériques. *Rapport non publié*.
254. TOMMY-MARTIN, P. 1964. - Mission fibres jutières en Union Soviétique. *Rapport non publié*.
255. TROTTER, W.K. ; CORKEN, R.S., 1968. - Economics of kenaf in the South. *Proc. First Conf. kenaf for Pulp. Gainesville Fla.* : 13-31.
256. TSYGANKOVA, T.L., 1977. - [Effect of nitrogen on fibre yield and quality of kenaf]. *Nauchnye Trudy, Teshkentskii Sel' skokhozyaistrennyi Institut* 74 : 54-59 [russe].
257. TSYGANKOVA, T.L. ; SAFAGARAEVA, R.A., 1978. - [Effect of nitrogen fertilizers on kenaf]. *Nauchnye Trudy, Teshkentskii Sel' skokhozyaistrennyi Institut*, 74 : 49-53.
258. TUKHTAEVA, S., 1978. - [Effect of herbicides on growth, development and productivity of seed kenaf] *Trudy Uzbek. Opyt. Stants. Lub. Kul'tur*, 7 : 55-60 [russe].
259. TUKHTAEVA, S., 1981. - [Economic effectiveness of applications on Treflan to kenaf] *Referativnyi Zhurnal* 8 55.713 [russe].
260. UHR, S.C., 1968. - Kenaf harvesting. *Proc. First. Conf. kenaf for Pulp. Gainesville, Fla.* : 56-57.
- 261a USDA, 1960. - Preservation of hemp and kenaf seed. *Tech. Bul.* N° 1215.
- 261b USDA, 1969. - Effects of age, plant spacing and other variables on growth, yield and fiber quality of kenaf, *Hibiscus cannabinus* L. *Tech. Bul.* N° 1404.
262. VAN DEN ABBELE, M. ; VANDENPUT, R., 1956. - Plantes textiles. *Principales cultures du Congo Belge, Royaume de Belgique, Ministère des colonies*, 505-556.
263. VAN ZUIJLEN, Th., 1968 à 1970. - Recherches agronomiques sur les fibres jutières en Côte d'Ivoire. 3 rapports annuels IRCT non publiés.
264. VAN ZUIJLEN, Th., 1971. - Essais de désherbage chimique du kénaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Cot. Fib. Trop.* 26, 4, 429-435.
265. VAN ZUIJLEN, Th., 1971 et 1972. - Expérimentation agronomique sur les fibres jutières du Dahomey. 2 rapports annuels IRCT non publiés.
266. VERDIER, J.P. ; ZERBO, D., 1972. - Delaniéreuses à dah manuelles "D.M.A." *Division du machinisme Agricole, I.E.R., Bamako, Mali*.
267. VERMA, A.N. ; AHMAD, N. ; YADAV, R.K., 1984. - Effect of nitrogen on mesta (*Hibiscus cannabinus* L.) in north eastern tract of Uttar Pradesh. *Jute Development Journal*. 4, 1, 40-43.
268. VINENT, E., 1980. - Determinación de la fecha de siembra en dos variedades de kenaf (*Hibiscus cannabinus*) para la producción de fibras. *Agrotecnia de Cuba*. 12, 1, 19-25.
269. VINENT, E., 1980. - Determinación de la fecha de siembra en dos nuevas variedades de kenaf (*Hibiscus cannabinus*) para la producción de semillas. *Agrotecnia de Cuba*, 12, 1, 27-32.
270. VINENT, E., 1980. - Nueva distancia de siembra en kenaf (*Hibiscus cannabinus*) para la producción de fibras. *Agrotecnia de Cuba* 12, 2, 83-88.
271. VINENT, E., 1980. - Efecto del fotoperiodismo sobre la producción de semillas en dos variedades de kenaf (*Hibiscus cannabinus*) . *Agrotecnia de Cuba* 12, 2, 89-94.
272. VINENT, E., 1982. - Establecimiento de una distancia de siembra en kenaf (*Hibiscus cannabinus*) para la producción de fibras. *Agrotecnia de Cuba* 14, 1, 51-62.

273. VINENT, E., 1982. - Efecto de tres distancias de siembra en kenaf (*Hibiscus cannabinus*) para la producción de semilla. *Agrotecnia de Cuba* 14, 1, 63-69.
274. VINENT, E., 1983. - Efectividad económica de una nueva distancia de siembra en kenaf (*Hibiscus cannabinus*) para la producción de fibras. *Agrotecnia de Cuba* 15, 1, 47-53.
275. VINENT, E. ; ALVAREZ, M., 1979. - Respuesta del kenaf (*Hibiscus cannabinus*) al fotoperiodismo. *Agrotecnia de Cuba*, 11, 1, 1-10.
276. VENNING, F.D., 1962. - Kenaf suggestions for improving its cultivation in Iran. *Paper distributed by U.S. AID in Iran*.
277. WALKER, J.E. ; SIERRA, M. ; BEDIA, R. ; HOPP, H., 1960. - Some relationships date of planting, flowering and harvest date, expected yields of seed fiber from kenaf, *Hibiscus cannabinus*, in Cuba. *Turrialba*, 10, 4, 149-155.
278. WATKINS, J.M., 1946. - Growth and fiber production of kenaf, *Hibiscus cannabinus* L., as affected by plant spacing in El Salvador. *J. Am. Soc. Agro.* 38 : 978-982.
279. WATSON, C.M., 1962. - Substitute fibres for jute type fabrics. *The textile manufacturer*, December, 514-519.
- 280a WHITE, G.A. ; ADMASON, W.C. ; HIGGINS, J.J., 1971. - Effect of population levels on growth factors in kenaf varieties. *Agron. J.* 63, 233-335.
- 280b. WHITE, G.A. ; CUMMINS, D.G. ; WHITELEY, E.L. ; FIKE, W.T. ; GREIG, J.K. ; MARTIN, J.A. ; KILINGER, G.B. ; HIGGINS, J.J. ; CLARK, T.F., 1970. - Cultural and harvesting methods for kenaf. *USAD Prod. Res. Rept.* 113.
281. WHITELEY, E.L., 1971. - Influence of date of planting on the yield of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) . *Agro. Jour.* 63, 135-136.
282. WILKES, L.H. ; HOBGOOD, P. ; WHITELEY, E.L., 1969. - Evaluating systems of harvesting and handling kenaf as source of paper pulp. *ASAE Trans.* 12 : 34-38.
283. WILSON, F.D., 1967. - An evaluation of kenaf, roselle and related *Hibiscus* for fiber production. *Econ. Botany* 21, 2, 132-139.
284. WITHERS, N.J., 1973. - Production of kenaf under temperate conditions, *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 1, 3 : 253-257.
285. WOOD, I.M., 1978. - Preliminary experiments on the growth of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) for paper pulp production in the Ord Irrigation Area, Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 18, 90, 97-106.
286. WOOD, I.M., 1981. - Farming systems for kenaf in Australia. *Proc. kenaf Conference May 27-29. Brisbane, Queensland*.
287. WOOD, I.M. ; MUCHOW, R.C. ; RATCLIFF, D., 1983. - Effect of sowing date on the growth and yield of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) grown under irrigation in tropical Australia. II. Stem production. *Field Crops Research* 7, 2, 91-102.
288. ZAKI, M.M. ; HEIKAL, S.O. ; FADL, M.H., 1975. - The retting of roselle stalks (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Annals Agricultural Science. University of Ain Shams (Egypt)*. 20 , 2, 85-91.
289. ZHANG, R.Y. ; YUE, J.F., 1981. - [The application of the theory of photoperiod in the production of kenaf (*Hibiscus cannabinus*)]. *Liaoning Agricultural Science*. N° 3, 33-36 [chinois].
290. ZUBLENA, J.P., 1980. - Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) adaptation and management for fiber production in New Jersey. *Dissertation Abstracts International*, B. 40, 7, 2942.
291. YANG, Y.A. ; BAO, B.J. ; QU, J. ; GE, M.Z. ; SHI, C.G., 1986. - [A study on the effects of B, Mn, Zn on the yield of kenaf and the influential factors]. *China's Fibre Crops*. N° 4, 22-28.

SERIE «DOCUMENTS, ETUDES ET SYNTHES»

N°1. J. CAUQUIL et P. VINCENS. — Maladies et ravageurs du cotonnier en Centrafrique : expression des dégâts et moyens de lutte. 32 pages. Prix* : France : 50 F, étranger : 55 F.

Des données collectées de 1973 à 1981 sur un réseau régional de parcelles à trois niveaux de protection, ainsi que des sondages en milieu paysan, ont permis d'évaluer les dégâts et d'adapter les moyens de lutte aux conditions locales et aux différents stades de développement de la plante : levée, phase végétative et phase reproductive. Ceci aboutit à une intervention chimique raisonnée sous la forme d'un calendrier des applications d'insecticides nécessaires.

En annexe, la liste des microorganismes, des maladies et des principaux ravageurs, 50 références bibliographiques.

N°2. M. CRETENET. — Contribution à l'étude des systèmes de production au Mali. Mise au point d'une méthodologie applicable au suivi de cas en motorisation intermédiaire. 41 pages. Prix* : France : 50 F, étranger : 55 F.

Proposition d'une méthodologie de collecte et de dépouillement de données techniques et économiques recueillies sur trois exploitations agricoles motorisées produisant du coton. Le traitement informatisé de ces données doit aboutir à un conseil de gestion individualisé.

N°3. B. HAU, E. KOTO et A. ANGELINI. — Le cotonnier «glandless» en Côte d'Ivoire, 19 pages. Prix* : France : 50 F, étranger : 55 F.

Cette plaquette traite successivement :

- 1) de la sélection de variétés sans gossypol, comparables aux parents récurrents aux points de vue du rendement et de la qualité de la fibre ;
- 2) de leur sensibilité aux ravageurs nécessitant une protection insecticide précoce, inconvénient qui sera levé par voie de recherche génétique ;
- 3) d'une évaluation du marché du tourteau sans gossypol, basée sur des essais en usine et justifiant le développement de telles variétés, en attendant la mise au point d'un produit utilisable en alimentation humaine.

N°4. G. SEMENT. — La fertilité des systèmes culturaux à base de cotonnier en Côte d'Ivoire. Neuf années d'expérimentation et d'observations multilocales (1973-1982). 40 pages. Prix* : France : 50 F, étranger : 55 F.

Les pratiques culturales actuelles entraînent une désaturation importante des sols en Ca et Mg et une diminution des teneurs en matière organique. Les nombreuses données recueillies en observant les caractéristiques des sols, ainsi que par l'expérimentation, permettent d'approcher la définition d'une politique de la fertilité, sans laquelle on ne peut moderniser et stabiliser les systèmes agraires : elle doit intégrer les facteurs de fertilité autre que l'utilisation des fertilisants habituels, et s'adapter aux diverses situations.

N°5. J. BOULANGER, J.C. FOLLIN et J. BOURELY, 1984. — Les Hibiscus en Afrique tropicale. 1^{ère} partie : Les conditions particulières de la production du kénaf et de la roselle. 81 pages. Prix* : France : 70 F, étranger : 75 F.

Bilan d'une quarantaine d'années d'observations et d'essais effectués par l'IRCT sur *Hibiscus cannabinus* et *Hibiscus sabdariffa* var. *altissima*. La situation économique difficile de leur culture en vue de la production de fibres textiles pourrait s'améliorer par des valorisations nouvelles (pâte à papier par exemple). Après l'exposé des particularités de ces plantes, notamment leur morphologie et leurs exigences écologiques, le point est fait sur l'adaptation des variétés aux conditions édaphiques, leur sensibilité aux maladies et autres parasites, ainsi que sur les améliorations réalisées dans ces domaines.

* Prix en vigueur à compter du 1.07.1990.

Le prix France comprend la TVA et le port, le prix étranger inclut les frais de port.

N°6. L. RICHARD et B. DJOULET, 1985. — La fertilité des sols et son évolution en zone cotonnière du Tchad. 21 pages. Prix* : France : 50 F, étranger : 55 F.

En 1^{re} partie : L'observation sur 10 années des rendements en coton des caractéristiques du sol sous diverses fertilisations en culture continue de cotonnier et dans des successions cotonnier-sorgho avec ou sans jachère montre le rôle prépondérant de la matière organique et celui du potassium.

En 2^{me} partie : Des essais multilocaux d'engrais chez les cultivateurs ont permis, par des analyses de sol, une description agro-pédologique régionale et une explication de la variabilité des rendements.

En 3^{me} partie : Deux systèmes de culture à base de cotonnier et plantes vivrières sont testés en vraie grandeur dans le respect de la fertilité du sol. Dans l'un, la motorisation permet le recyclage de la biomasse (jachère naturelle et résidus de culture). Dans l'autre, en culture à traction animale, la fertilisation est basée principalement sur les apports de terre de parc à bétail. Première observations des rendements et des caractéristiques du sol.

N°7. J.C. FOLLIN, 1986. — La sélection du cotonnier (*Gossypium hirsutum*) pour la résistance aux maladies présentes en Afrique au Sud du Sahara. 30 pages. Prix* : France 50 F, étranger : 55 F.

Chez le cotonnier *Gossypium hirsutum* L., peu de maladies peuvent être maîtrisées par l'utilisation de pesticides et la recherche de la résistance variétale est d'une importance primordiale.

Les résistances variétales, recherchées à l'origine contre des pathogènes étudiés séparément, ont maintenant tendance à être regroupées au sein d'un même génome par différentes techniques de sélection. Ces techniques sont fondées, soit sur les principes classiques de sélection génétique (résistance multiple), soit sur les corrélations existant parfois entre différentes résistances à des pathogènes ou à des stress (résistance multi-adversité). L'origine des résistances aux différentes maladies chez *G. hirsutum* est rarement le résultat d'hybridations intraspécifiques. D'autres *Gossypium*, diploïdes ou tétraploïdes, ont très souvent été utilisés.

L'auteur passe en revue la sélection pour la résistance aux maladies fongiques et bactériennes : détérioration des graines et dommages à la levée, complexe Fusarium - nématodes galligènes, verticilliose, maladies foliaires, bactériose, pourritures de capsules, et aux maladies attribuées à des virus et à des mycoplasmes : leaf curl, mosaïque, maladie bleue et virescence florale.

En annexe sont indiquées les techniques d'inoculation artificielle les plus pratiquées pour la sélection de plants résistants à la bactériose, à la fusariose et à la verticilliose.

N°8. M. BRAUD, 1987. — La fertilisation d'un système de culture dans les zones cotonnières soudano-sahéliennes. 35 pages. Prix* : France : 50 F, étranger : 55 F.

Document en 3 parties comprenant :

1° L'étude de la fertilisation basée sur un bilan minéral du système sol-plante, l'observation du potentiel de production, les symptômes visuels, les analyses de sol et de végétal, les contraintes économiques, écologiques et pratiques ; le plan de fumure ainsi élaboré est alors évalué *a posteriori*, et éventuellement corrigé.

2° La méthodologie d'échantillonnage et d'interprétation pour le diagnostic foliaire du cotonnier.

3° Des exemples d'application de la méthode de fertilisation, allant jusqu'à l'élaboration de grilles de décision adaptées à des situations très variées.

N°9. J. GUTKNECHT, J. FOURNIER et R. FRYDRYCH, 1988. — Principales recherches effectuées par l'IRCT sur l'origine et la détection des cotons collants. 42 pages. Texte en français, anglais et espagnol. Prix* : France : 115 F, étranger : 120 F.

On a tenté d'expliquer le collage des cotons par l'analyse des données des tests chimiques, et mis en évidence le rôle important du pH et de l'extrait sec total dans sa détection. Des essais dans plusieurs pays africains montrent que le choix des insecticides contre les insectes pollueurs est déterminant, et que la rapidité de la récolte est primordiale. Pour éviter le collage au niveau des filatures, les mélanges de cotons doivent être faits en tenant compte de l'humidité de l'air et du potentiel de collage. Celui-ci est déterminé facilement par un thermodétecteur simple et de faible coût mis au point par l'IRCT.

N°10. 1989. — La recherche cotonnière au Paraguay. La investigación sobre el algodón en el Paraguay. 75 pages. Prix* : France : 115 F, étranger : 120 F.

La recherche paraguayenne assistée par l'IRCT est pour une grande part à l'origine de l'essor considérable de la production de coton. Les orientations prises et les résultats obtenus sont passés en revue ainsi que les problèmes importants qui apparaissent, à savoir : les exigences des nouvelles techniques de filature quant à la qualité de la fibre, l'entrée imminente à partir du Brésil d'un redoutable ravageur du cotonnier, et la baisse de fertilité des sols. Pour ces deux derniers problèmes, les solutions réclament autant, sinon plus, d'efforts de la part des services de vulgarisation et des producteurs que de la part de la recherche.

* Prix en vigueur à compter du 1.07.1990.

Le prix France comprend la TVA et le port, le prix étranger inclut les frais de port.

RET

Responsable de l'édition :
Danielle FRYDRYCH

IMPR. AGL
Rue du Lantissargues - Maurin
34970 LATTES
COM. PARITAIRE N° 53139